

**Die Blutkörperchensenkung beim Rind
unter besonderer Berücksichtigung
der Tuberkulose**

Alfred Baumann

Aus der Medizinischen Tierklinik der Universität München
Vorstand: Professor Dr. K. Ullrich

Die Blutkörperchensenkung beim Rind unter
besonderer Berücksichtigung der Tuberkulose

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Alfred Baumann
prakt. Tierarzt
aus
Erding / Obb.

München 1958



Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. K. Z i p f

Referent: Professor Dr. K. U l l r i c h

Tag der Promotion: 26. Februar 1958

Für die freundliche Überlassung des Themas und die stets lebenswürdige Förderung bei der praktischen Durchführung bin ich dem leider allzu früh verstorbenen

Herrn Prof. Dr. S t e t t e r,
für die nachträgliche Übernahme der Arbeit

Herrn Prof. Dr. U l l r i c h
von Herzen dankbar.

Außerdem danke ich der städtischen Schlacht- und Viehhof-Verwaltung München, insbesondere

Herrn Vet. Rat Dr. M e i e r und

Herrn Dr. H a c k l

für die lebenswürdige Unterstützung bei der Blutentnahme.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Die Blutkörperchensenkung beim Rind unter besonderer Berücksichtigung der Tuberkulose

Die Diagnose der fortgeschrittenen Tuberkulose des Rindes ist in der Tiermedizin mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Besonders intra vitam erscheint die sichere Feststellung einer ausgebreiteten tuberkulösen Erkrankung, für forensische Fälle ganz besonders, mit den uns zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden als geradezu unmöglich. Die Wichtigkeit, progrediente Fälle zu erkennen, bevor eine direkte Gefährdung der übrigen Tiere durch Bakterienausscheidung oder eine stärkere Abmagerung des erkrankten Tieres eingetreten ist, steht wohl ausserhalb jeden Zweifels. Daß dies aber in den wenigsten Fällen möglich ist, wird in der Fachliteratur immer wieder hervorgehoben.

Zur Diagnose stehen uns folgende Untersuchungsmethoden zur Verfügung:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1) Physikalisch | a) Perkussion |
| | b) Auskultation |
| 2) Allergisch | Tuberkulinprobe |
| 3) manuelle Untersuchung | rektale Untersuchung |
| | Abfühlen d. Lymphknoten |
| 4) Bakteriologisch | Ausstreichen u. Färben d.
verdächtigen Sekrete |
| 5) Biologisch | Verimpfen v. verdächtigem
Sekret an Meerschweinchen. |

Bei der physikalischen Untersuchung handelt es sich fast ausschließlich um die Untersuchung der Lunge. Die Perkussion ermöglicht lediglich die Beurteilung der obersten Lungenschicht. Fröhner (1) erklärt dazu: Beim Menschen ist speziell nachgewiesen, daß beim Perkutieren der Brustwand nur diejenigen Lungenteile miterschüttelt werden, welche nicht tiefer als 5 cm unterhalb der Brustwand gelegen sind, daß ferner zum Zustandekommen eines gedämpften Schalles das Vorhandensein einer mindestens 5 cm breiten und 2 cm dicken luftleeren Lungenpartie nötig ist, und daß beim dumpfen Schall die Dicke derselben mindestens 5 cm betragen muß. - Diese Verhältnisse gelten in gleicher Weise für die mittelgroßen Haustiere. Beim Pferd und Rind müssen jedoch wegen der er-

heftig dickeren Brustwand die kranken Lungenstellen noch oberflächlicher liegen und noch wesentlich größer sein, wenn sie durch Perkussion nachgewiesen werden sollen. Bei sehr muskulösen und sehr fetten Pferden und Rindern sind kleinere Dämpfungen perkutorisch überhaupt nicht festzustellen.

Das bedeutet also, daß bei vom Normalen abweichendem Perkussionsschall eine Veränderung des Lungengewebes wahrscheinlich ist, daß aber beim Fehlen eines solchen noch lange nicht auf die Gesundheit der Lungen geschlossen werden darf.

Durch die Auskultation können wohl im fortgeschrittenen Stadium Kavernen Neubildungen und Sekretansammlungen festgestellt werden. Da aber die chronische Lungentuberkulose unter dem Bilde einer Bronchitis verläuft, ist eine Differenzierung von einer solchen mit Sicherheit nicht möglich. Oft ist auch eine zuverlässige Auskultation im Stall wegen der ständigen Unruhe und der individuellen Verschiedenheit der Thoraxwand sehr erschwert.

3. Palpatorisch: Selten kann man bei fortgeschrittener Tuberkulose eine Vergrößerung der zugänglichen Körper- und Organlymphknoten feststellen, am häufigsten noch am Euter. Verhältnismäßig sicher läßt sich rektal oder vaginal eine Tuberkulose der Geschlechtsorgane ermitteln.

4. Bakteriologisch: Über den Wert der bakteriologischen Sekretuntersuchung schreibt Wirth (2): So verläßlich der positive Befund ist, so wenig beweisend ist ein negativer. In manchen Fällen von Lungentuberkulose muß man gut gelungene Präparate eine halbe, ja selbst eine ganze Stunde durchmustern, bis man das erste Stäbchen findet, und in vielen Fällen entdeckt man überhaupt keine Bazillen, obwohl welche ausgeschieden werden. Mindestens die Hälfte, bei Massenuntersuchungen bis zwei Drittel der Fälle von offener Lungentuberkulose entziehen sich der Entdeckung durch das Mikroskop. Ausserdem muß zur Ausscheidung der Tuberkelbakterien der tuberkulöse Herd mit den abführenden Wegen kommunizieren, was in den Fällen der Miliartuberkulose und der lobulärnodösen Form oft nicht eintritt. Ausserdem ist bei negativem bakteriologischem Resultat noch lange nicht bewiesen, daß das Tier nicht an fortgeschrittener Tuberkulose erkrankt ist.

5. Tierversuch: Ziemlich sicher ist die Feststellung von Bakterienausscheidern mittels der Verimpfung des verdächtigen Sekrets an Meerschweinchen. Aber auch für dieses Verfahren gelten die gleichen Einschränkungen in diagnostischer Hinsicht wie für die bakteriologische Untersuchung.

Betrachtet man nun die diagnostischen Möglichkeiten der Humanmedizin bei der

tuberkulösen Erkrankung des Menschen, so fällt dort ein sehr geschätztes, in der Durchführung einfaches Verfahren auf, die Blutkörperchensenkungsreaktion. - Poindecker (3) schreibt über die Blutkörperchensenkungsreaktion: "Das größte und wichtigste Anwendungsgebiet hat die Blutkörperchensenkung in der Aktivitätsdiagnose der Tuberkulose gefunden. Hier hat sich die Probe infolge ihrer Eindeutigkeit und Verlässlichkeit so bewährt, daß sie zu einem unentbehrlichen Behelf geworden ist."

Bezüglich der Leistungsfähigkeit der Sinkprobe für die Beurteilung einer Tuberkulose, insbesondere der Lungentuberkulose, gelten nach Verfasser folgende Sätze:

- 1) Die B.S.R. ist eine unspezifische Reaktion nur wenn andere, senkungsbeschleunigte Prozesse auszuschließen sind und eine T.B. nachweisbar ist, kann der Ausfall der B.S.R. mit Sicherheit auf die Tuberkulose bezogen werden.
- 2) Die B.S.R. gibt bezüglich einer T.B. nur Auskunft über das Vorhandensein einer frischen Exsudation oder einer in Gang befindlichen Destruktion.
- 3) Dementsprechend ist der Wert der B.S.R. für die Aktivitätsdiagnose der T.B. ein bedingter. Normale B.S.R. schließt eine aktive, produktive T.B. nicht aus. Umso größer ist die Bedeutung der B.S.R. für die Aktivitätsdiagnose eines ulzerösen, tuberkulösen Prozesses. Selbst bei bestem Wohlbefinden kann eine T.B. nicht als inaktiv bezeichnet werden, wenn die B.S.R. nicht normal ist.
- 4) Der Erhöhungsgrad der B.S.R. ist auch abhängig von der Ausdehnung des die Erhöhung bedingenden Prozesses. Eine ausgedehnte ulzeröse Tuberkulose verursacht eine relativ hohe B.S.R., auch wenn der Zerfall kein rapider ist.
- 5) Die B.S.R. sagt uns nur über den status praesens aus und ist prognostisch nur mit Vorsicht zu gebrauchen. Durch Bettruhe und Liegekuren kann die B.S.R. oft rasch absinken durch Beruhigung des progredienten Prozesses, während nach einer Hämoptoe die B.S.R. rasch ansteigen kann.

Bei der Pleuritis liegt die Ursache der Erhöhung der B.S.R. nicht im Gewebszerfall, sondern in der Fibrinausscheidung bzw. Resorption. Den Wert der B.S.R. bei der prognostischen Beurteilung der T.B. des Menschen kennzeichnet am besten die Nachuntersuchung, die Westergreen (4) in der Lungen-

heilanstalt Söderby bei Stockholm nach 3 1/2 bis 4 Jahren an 291 Patienten durchführte. Er schreibt darüber: "Wenn nur das Verhältnis der gefundenen B.S.R.-Werte zur Anzahl der Gestorbenen und der Lebenden betrachtet wird, so finden wir, daß von 14 Patienten mit einer Senkung von 1-3 mm, die durch Nachuntersuchung erreicht wurden 13 leben, 1 gestorben ist.

Von 26 Patienten mit Senkungswerten von 3-5 mm 25 leben, 1 gestorben ist.

Von 22 mit Senkungsreaktion von 5-8 mm 19 leben, 3 gestorben sind.

Von 31 Patienten mit B.S.R. von 9-14 mm 27 leben, 4 tot sind.

Von 35 Patienten mit B.S.R. von 15-26 mm 24 leben, 11 tot sind.

Von 38 Patienten mit B.S.R. von 27-37 mm 21 leben, 17 tot sind.

Von 47 Patienten mit B.S.R. 38-50 mm 19 leben, 28 tot sind.

Von 34 Patienten mit B.S.R. von 51-70 mm 5 leben, 29 tot sind.

Von 28 Patienten mit B.S.R. 71-89 mm 2 leben, 26 tot sind.

Von den 16 Patienten endlich mit B.S.R. von 90-120 mm im Jahre 1919-20 lebten 1923 nur noch 1, die übrigen 15 waren tot.

Es handelt sich hier jeweils um die B.S.R.-Werte nach 1 Stunde.

Die B.S.R. ist in der Humanmedizin noch nicht allzulange in dem Maße ausgeführt worden. Erst nach dem 1. Weltkrieg ist man auf den hohen diagnostischen und prognostischen Wert aufmerksam geworden, der zwar nicht spezifischer Art ist, aber doch unterstützend zum übrigen klinischen Befund als bedeutend anzusehen ist.

Klima u. Bodart (5) äußern sich über die geschichtliche Entwicklung wie folgt: "In ihren Ursprüngen geht die B.S.R. ins Altertum zurück, da es schon den damaligen Ärzten aufgefallen war, daß bei der Gerinnung des Blutes unter gewissen, krankhaften Verhältnissen eigenartige Veränderungen am Blutkuchen auftraten, die sich dadurch kundtaten, daß in seinem oberen Anteil eine mehr oder weniger breite, helle Schicht auftrat, das sogenannte Speckgerinnsel, woraus damals schon Rückschlüsse gezogen wurden. (Bezeichnung *crusta phlogistica*). Später erkannte man dann, daß diese hauptsächlich aus Fibrin bestehende Schicht im Blutkuchen dadurch entsteht, daß bei den genannten Zuständen die Blutkörpermasse rasch zu Boden sinkt, so daß beim Eintritt der Gerinnung bereits der obere Teil des Gerinnsels von Blutkörper-

chen entblößt ist."

Da mit dem Eintritt der Gerinnung eine weitere Blutkörperchensenkung nicht mehr möglich ist, ergibt sich ohne weiteres die Folgerung, daß für die Entstehung bzw. für das Ausmaß der Fibrinschicht zwei Faktoren maßgebend sind: Die Sinkgeschwindigkeit der Blutkörperchen einerseits und die Gerinnungszeit des Blutes andererseits. Will man nun den hier verwertbaren Vorgang, die Blutkörperchensenkung, für sich allein beobachten, so muß man die dabei störende Gerinnung des Blutes durch gerinnungshemmende Stoffe verhindern. Durch Zusatz derartiger Stoffe wurde es möglich, die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen unter normalen und krankhaften Bedingungen zu untersuchen. Die Grundlagen für die Senkungsreaktion waren damit gegeben, doch dauerte es noch lange Zeit, bis die Bedeutung dieser Reaktion erkannt wurde und als allgemein gebrauchte, klinische Untersuchungsmethode in Anwendung kam. Dies ist vor allem den Forschungen von Biernacki, Fahraeus (6), Linzenmeier und Westergreen zu verdanken.

Zum Vorgang der B.S.R. schreiben Klima u. Bodart weiterhin: "Im Blutkreislauf werden die Blutkörperchen infolge der ständigen Bewegung in einer gleichmäßigen Verteilung im Blutplasma vorgefunden. Wird aber durch Abklemmung eines Gefäßes der Blutstrom ausgeschaltet, so beginnen die Blutkörperchen infolge ihres höheren, spezifischen Gewichtes im Plasma, einer Flüssigkeit von geringerer Dichte, auch schon im Blutgefäß am Lebenden zu Boden zu sinken. Ausser diesen beiden mechanischen Einflüssen der Blutkörperchensenkung kommt aber die Auswirkung einer ganzen Reihe von anderweitigen Faktoren, die sich aus dem komplizierten System der Blutzusammensetzung ergeben, so daß einer formelmäßigen Berechnung der Senkungsgeschwindigkeit nur eine sehr beschränkte Geltung zukommt. Zunächst muß in Betracht gezogen werden, daß die Erythrozyten Träger eines negativen elektrischen Potentials sind und sich daher gegenseitig abstoßen. Erst nach Ausgleich dieser Ladung haben sie, wie von der Erscheinung der Geldrollenbildung her bekannt ist, das Bestreben sich zu verkleinern, oder in größeren Verbänden zusammenzuballen, zu agglomerieren. Sie sinken dann nicht mehr als einzelne Zellen, sondern als Zellballen, deren Durchmesser wesentlich größer ist als der eines einzelnen Blutkörperchens. Dadurch wird eine deutliche Senkungsbeschleunigung erreicht, da ja die Reibung der einzelnen Erythrozyten untereinander wegfällt. Bei Zunahme der Erythrozytenzahl wird die Senkung in der Regel verzögert und umgekehrt.

Infolge der gegenseitigen Beeinflussung der Blutzellen lassen sich im Ablauf

der Senkung 3 Stadien unterscheiden:

- 1.) Im Beginn der Senkung sinken die Erythrozyten als einzelne Zellen der Schwere nach verhältnismäßig langsam zu Boden.
- 2.) Nach Agglomeratbildung sinken sie in größeren Verbänden und daher viel schneller.
- 3.) Die nach unten zu immer dichter werdenden Zellhaufen behindern sich gegenseitig immer mehr an der weiteren Senkung, wodurch die Sinkgeschwindigkeit allmählich geringer wird. Diesen Vorgang bezeichnet man als Sackung. Ihr Ausmaß ist von der Höhe des Röhrchens und dem Zellvolumen abhängig. Je kürzer die Blutsäule und je größer das Zellvolumen ist, desto früher tritt die Sackung ein. In langen Röhrchen, z.B. bei der Methode von Westergreen, tritt die Sackung später auf als bei kurzen, z.B. in Linzenmeier-Röhrchen. Ebenso setzt sie bei Anämie später ein als bei Blut mit normalem Zellgehalt.

Von überragender Bedeutung für die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten ist aber die Beschaffenheit des Plasmas. Es ist wohl mit einem Einfluß der Elektrolyte zu rechnen. Alkalose verlangsamt die Senkung, Azidose hingegen beschleunigt sie. (Modrakowski und Lentz). Hauptsächlich sind es aber Eiweißkörper, die durch ihre quantitative und qualitative Verschiebung die Senkungsgeschwindigkeit beeinflussen. Bis zu einem gewissen Grade sind auch Lipide für die Senkung von Bedeutung. Vor allem haben das freie, d.h. das nicht an Eiweißkörper gebundene Cholesterin und Lezithin einen ausgesprochen hemmenden Einfluß. Die maßgeblichste Rolle kommt jedenfalls den Eiweißkörpern des Plasmas zu. Bei Vermehrung der groboispersen Fraktionen, des Fibrinogens und der Globuline, sei es, daß beide oder auch nur eine der beiden Fraktionen erhöht ist, wird die Blutkörperchensenkung wesentlich beschleunigt. In reinen Globulinlösungen steigt die Senkung mit zunehmender Konzentration stärker, als nach der Konzentrationszunahme zu erwarten ist, während sie in Fibrinogenlösungen noch etwa 3-fach größer ist als in Globulinlösungen. In Globulin-Fibrinogen-Gemischen ist die Beschleunigung größer als nach der Konzentration zu erwarten wäre, worüber eingehende Analysen von Westergreen, Theorell und Widström genaue zahlenmäßige Aufschlüsse über den Einfluß der einzelnen Fraktionen ermöglichen. Von anderweitigen im Serum vorkommenden Stoffen sollen die gallensauren Salze einen hemmenden Einfluß auf die Senkung haben. Eine Vermehrung des Reststickstoffes soll, nach Angaben einiger Autoren die Senkung erhöhen. Es ist jedoch anzunehmen, daß in diesen Fällen nicht die Reststickstofferhöhung an sich, sondern der ihr zu Grunde liegende Krankheitspro-

zeß bzw. dessen Komplikationen die Beschleunigung der Senkung herbeiführen (Beigelböck und Obersohn (7)).

Technik der Senkung:

In der Humanmedizin unterscheidet man im wesentlichen folgende 3 Methoden, wobei die erste am meisten geübt wird.

1.) Nach Westergreen (4): Zu 1,6 ccm Blut werden 0,4 ccm 3,8 %ige Natriumzitratlösung beigemischt. Dieses Gemisch wird in 300 mm langen und 2,4 mm weiten Röhrchen bis zur Marke 200 aufgezogen und senkrecht aufgestellt.

Die Ablesung der sich absetzenden Blutkörperchensäule erfolgt nach 1, 2 und 24 Stunden.

2.) Linzenmeier (8): nimmt eine Verdünnung von 4 Teilen Blut und 1 Teil 5 %ige Natriumzitratlösung und füllt dieses Gemisch in Röhrchen von 5 mm Weite bis zur oberen Marke von 50 mm auf. Er bestimmt die Zeit, welche die Blutkörperchensäule bis zum Erreichen der unteren Marke, welche sich bei 18 mm befindet, benötigt.

3.) Bei der Methode nach Poindecker (3) kommen Sedimentierröhrchen von 70 mm Höhe in Anwendung, welche bis zur Marke 50 mit Blut-Zitratgemisch 4:1 angefüllt werden. Die Ablesung erfolgt nach 3/4 Stunden, wobei die Höhe der Plasmasäule in mm abgelesen wird.

Ausser diesen 3 Makromethoden kommen in Fällen, bei denen aus irgendwelchen Gründen nur Blut aus dem Ohrläppchen oder der Fingerbeere zur Verfügung steht, verschiedene Mikromethoden in Betracht. Dabei wird eine geringere Blutmenge in entsprechend kürzeren Röhrchen zur Senkung aufgestellt und an Hand von Tabellen werden die Ergebnisse mit der Makromethode verglichen.

Wenn einzelne Untersucher zu ganz groben Fehlergebnissen kommen, so ist daraus zu entnehmen, daß die Beachtung der Durchführungsvorschriften und die Kenntnis der Fehlerquellen unbedingte Vorbedingung für das einwandfreie Gelingen der Reaktion sind.

Als einzuhaltende Vorschriften gelten:

1.) Die Spritze muß völlig trocken sein;

- 2.) Die Zitratlösung soll isotonisch, als 3,8 %ig zur Anwendung kommen.
- 3.) Das Mischungsverhältnis 1:4 ist genau einzuhalten.
- 4.) Das Blut-Zitratgemisch muß vor dem Ansetzen der Senkung durch langsames Schwenken sorgfältig durchmengt sein und darf höchstens 5 Stunden aufbewahrt werden.
- 5.) Die Pipette soll immer völlig trocken sein und eine Innenweite von 2,5 mm besitzen.
- 6.) Die Pipetten müssen senkrecht stehen.
- 7.) Die Senkung soll bei mittlerer Zimmertemperatur vorgenommen werden.

Für die Reaktion ist in gleicher Weise das venöse, arterielle und auch das aus den Kapillaren stammende Blut geeignet. Nur bei schweren Anämien soll gelegentlich die Senkung im Kapillarblut rascher erfolgen als im venösen Blut (Reichel (9)). Kowarski gibt an, daß Blut aus der Fingerbeere überhaupt rascher senkt, als venöses Blut. Blut aus den Venen der großen, parenchymatösen Organe (Leber, Milz, Nieren) senkt langsamer. Die bei der Entnahme aus den Venen übliche Stauung ist ohne Einfluß auf die Senkungsgeschwindigkeit, doch kann sich bei längerer Stauung durch Abwanderung des Albumins in die Gewebe eine höhere Senkung ergeben, (Eppinger, Kaunitz und Popper) und es könnte auch die Anreicherung mit CO_2 eine Rolle spielen. Am zweckmäßigsten ist wohl die Verwendung von Blut aus den Armvenen. Bei Entnahme aus der Fingerbeere oder dem Ohr läppchen ist darauf zu achten, daß die Blutentnahme möglichst schnell erfolgt, da Gerinnungsvorgänge, die hier rasch eintreten, den Befund unbrauchbar machen können.

Eine wesentliche Bedeutung kommt dem Zusatz von gerinnungshemmenden Stoffen zu, wobei insbesondere auch auf die damit verbundene Verdünnung des Blutplasmas zu achten ist. Am geeignetsten wären Mittel, die wie Heparin und Hirudin, bei guter Gerinnungshemmung das Volumen des Plasmas am geringsten beeinflussen und im übrigen das Blut unverändert lassen. Sie sind aber wegen ihres hohen Preises für die allgemeine Anwendung nicht geeignet. Es kommen demnach hauptsächlich Zitate, Oxalate und Fluoride in Betracht. In fester Form eignen sich aber auch diese Salze sehr wenig für den praktischen Gebrauch, da die Herstellung von verläßlich gleichen Beimengen zum Blut bei Verwendung von ungelösten Substanzen recht umständlich ist. Wesentlich brauchbarer sind daher Blutisotonische Lösungen dieser Salze, die in bestimmten Mischungsverhältnissen dem Blut beigemischt werden. Als gebräuchlichste Lö-

sung hat die 3,8 %ige Natrium-Zitratlösung allgemein Anerkennung gefunden. Sie wird im Verhältnis 1:4 dem Blut zugesetzt. Dieses Verhältnis ist möglichst genau einzuhalten, da es sich gezeigt hat, daß mit zunehmender Plasma-Verdünnung eine starke Hemmung der Blutkörperchensenkung eintritt. Die Natriumzitratlösung soll einmal sterilisiert sein und gut verschlossen aufbewahrt werden, um Verunreinigungen durch Pilzwachstum zu verhindern. Bei geringem Verbrauch nimmt man zweckmäßig die Ampullen zu 1 ccm abgefüllte isotonische Zitratlösung von Merck.

Das ungerinnbar gemachte Blut kann zwischen der Entnahme und Verwendung zur Senkungsreaktion ohne Schaden für die Reaktion bei Zimmertemperatur mehrere Stunden aufbewahrt werden, wie durch zahlreiche Untersuchungen nachgewiesen werden konnte. (Berzeller u. Wastl, Rourke u. Plass, Leffkowitz (10)). Eine über 5 Stunden hinausgehende Lagerung macht die Ergebnisse unsicher und kann eine Verzögerung der Senkungsgeschwindigkeit bedeuten. Da sich das Blut bei Aufbewahrung bereits sedimentiert, muß es bei Vornahme der Untersuchung sorgfältig aufgemischt werden, was durch wiederholtes, vorsichtiges Schwenken ohne weiteres möglich ist. Nur bei brüskem Schütteln ist eine Hämolyse zu befürchten (Kaebsch u. Simsch). Nicht ganz ohne Einfluß auf den Ausfall der Reaktion sind Unterschiede in der Umgebungstemperatur, und zwar steigt die Senkungsgeschwindigkeit im allgemeinen mit zunehmender Aussentemperatur. Diese Differenzen sind jedoch meist gering, doch wird man vermeiden müssen, die Senkungsröhrchen in der Nähe von warmen Heizkörpern bzw. im Winter am Fenster aufzustellen. Bei genauen, vergleichenden Untersuchungen müssen allerdings auch schon geringe Temperaturschwankungen in Rechnung gestellt werden (Westergreen, Müller, Leffkowitz).

Von wesentlicher Bedeutung ist die Höhe und Weite der Röhrchen, in denen die Reaktion angestellt wird. Der Einfluß der Höhe geht daraus hervor, daß der Vorgang der Sedimentierung der Erythrozyten wie erwähnt in 3 Phasen zerfällt:

In der ersten Phase senken sich die einzelnen Blutkörperchen der Schwere folgend,
in der zweiten kommt es durch Agglomeration zur Bildung von kleinen Aggregaten
und schließlich tritt die Phase der Sackung ein, d.h. verhältnismäßig sehr große Klumpen von Erythrozyten behindern sich nun gegenseitig an der weiteren Sedimentierung, die Senkung verläuft jetzt wesentlich langsamer, während sie in der 2. Phase ihre größte Geschwindigkeit erlangte.

In kurzen Röhrchen kommt es nun viel rascher zur Sackung und gegenseitigen Behinderung der Erythrozyten-Komplexe wie in hohen. Im allgemeinen kann man annehmen, daß die Sackung erst im 2. Drittel der Senkungsstrecke beginnt (Reichel, Ström). Besonders bei schnellsenkenden Blutproben sind die Unterschiede zwischen den Ergebnissen in hohen und kurzen Röhrchen recht bedeutende. Je höher die Röhrchen, desto genauer werden die stark beschleunigten Senkungswerte erfaßt werden können (Kaufmann, Horvat).

Die Ergebnisse über den Einfluß der Röhrchenweite sind nicht ganz eindeutig. Die maßgeblichen, physikalischen Faktoren sind hier die Kohäsion zwischen den einzelnen Blutkörperchen-Aggregaten, ihre Reibung an der Glaswand und schließlich die innere Reibung mit dem Plasma. Im allgemeinen geht die Ansicht dahin, daß die Weite der Zylinder nicht geringer als 2,5 mm sein soll, doch werden insbesondere für die Mikromethode beträchtlich geringere Weiten verwendet. In engeren Röhrchen ist die Senkung teils langsamer, teils rascher, je nach den Eigenheiten des verwendeten Blutes (Wiener). Wesentlich größere Durchmesser wird man andererseits schon aus dem Grund vermeiden, weil sie größere Blutmengen erfordern würde.

Die meisten Autoren messen die in einer bestimmten Zeit von den Erythrozyten zurückgelegte Strecke, andere die für eine gewisse Strecke benötigte Zeit. Für den ersten Vorgang ist vor allem der Umstand anzuführen, daß die Ablesung zu einem bestimmten Zeitpunkt erfolgt, der ev. durch eine Weckuhr markiert werden kann, während bei der Linzenmeier'schen Methode der Zeitpunkt, in dem die Marke am Ende der bestimmten Strecke erreicht wird, in weiteren Grenzen variiert, so daß man also stets auf der Lauer liegen muß, um ihn nicht zu versäumen.

Während ansonsten bei der Ablesung der Senkung eine verhältnismäßig starke Trennungslinie zwischen Plasma und Blutkörperchensäule vorhanden ist, findet man bei Fällen von schwerer Anämie, gleichgültig welcher Art, sowie bei Fällen von sehr starker Senkungsbeschleunigung häufig die Erscheinungen der sogenannten unscharfen Grenze. Die Grenzen zwischen Erythrozytensäule und Plasma ist aufgelockert und unscharf, verschwommen. Oft setzt sich eine spitz zulaufende Säule von körnig-agglutinierten Erythrozyten weit nach oben fort. Man liest dann an der Stelle ab, unterhalb der die Farbdichte der Blutssäule konstant bleibt. Die Ursache dieser Erscheinung soll nach H. Engel in Strömungsvorgängen gelegen sein, die durch ungleich große Blutkörperchen-Aggregate hervorgerufen werden, die in dem zellarmen, anämischen Blut besonders stark zur Geltung kommen. Die Ablesung erfolgt nach Westergreen nach

1, 2 und 24 Stunden. Auf die Errechnung des sogenannten Mittelwertes oder der mittleren Senkungsgeschwindigkeit, des Durchschnittswertes aus dem Ein-Stundenwert verzichten Klima und Bodart ebenso wie Domarus, Katz und Leffkowitz, da es unnötige Komplikationen bereiten würde, und doch keine wesentliche Verbesserung der Ergebnisse erzielt wird. Wo nichts anderes angeführt, wird im Folgenden in der Regel nur der 1-Stundenwert verzeichnet. Der 1-Stundenwert genügt zumeist, um das Verhalten der Senkung mit ausreichender Genauigkeit zu erfassen, doch kann es vorkommen, daß bei rascher Senkung erst im 2-Stundenwert die volle Beschleunigung hervortritt. Da der 2-Stundenwert andererseits eine wertvolle Kontrollmöglichkeit für den 1-Stundenwert bietet, ist die Ablesung des 2-Stundenwertes unbedingt zu empfehlen. Der 24-Stundenwert der Senkung ist, mit Einschränkung, als Maß des Blutkörperchen-Volumens, des sogenannten Hämatokrits, anzusehen. An Genauigkeit kann er sich mit den durch die Zentrifuge gewonnenen Werten niemals messen. Vor allem ist der 24-Stundenwert auch von der Senkungsgeschwindigkeit abhängig. Bei rascher Senkung ist das Gefüge der Blutzellen viel dichter, bei langsamer viel lockerer, so daß im ersteren Falle der Endwert verhältnismäßig hoch sein wird und umgekehrt. Jedenfalls spricht ein sehr hoher Stundenwert für Anämie (nach Reichel ist der 24-Stundenwert bei Anämie größer als die Hälfte der gesamten Blutsäule). Bei Polyglobulien, ebenso im anaphylaktischen Schock ist der Endwert der Senkung minimal, oft unter 1 mm.

Beachtung verdient auch die Höhe der Schicht der weißen Blutkörperchen, die sich oberhalb der Erythrozytensäule deutlich abgrenzen läßt. Sie beträgt normalerweise nach 24 Stunden etwa 1% der Gesamthöhe. Wesentliche Verbreiterung der Leukozytenschicht kommt bei hochgradigen Leukozytosen und bei leukämischen Erkrankungen vor und erreicht hier gelegentlich 20% der Blutkörperchensäule. Es ist empfehlenswert, auch die Farbe der Plasmaschicht zu beobachten. Sie erscheint bei Vermehrung des direkten und indirekten Serumbilirubins dunkler, bei Eisenmangelzuständen ohne manifeste Anämie deutlich heller. Diese helle Serumfarbe scheint in direkter Beziehung zum Serumeisengehalt zu stehen (Heilmeyer). Sie läßt sich durch photometrische Messungen objektivieren.

Wertung der Senkungsbefunde

Westergreen nimmt als obere Grenze des Normalwertes der Senkung nach 1 Stunde bei Männern 7 mm, bei Frauen 11 mm an, wobei er eine Fehlerbreite von 10% des abgelesenen Wertes ± 1 gelten läßt. Die untere Grenze wird von den einzelnen Autoren nicht einheitlich angenommen, liegt aber im wesentlichen zwischen 2 und 4 mm. Die Unterschiede der Normalwerte zwischen den Geschlechtern sind in ihrer Ursache noch nicht geklärt. Der Unterschied im Erythrozytengehalt und Hämoglobingehalt reicht an sich jedenfalls nicht zu einer Klärung aus.

Ein großer Vorteil der Senkung besteht darin, daß sie beim Gesunden unter den verschiedensten Bedingungen gleich und unbeeinflußt bleibt. Eine gewisse Schwankungsbreite innerhalb des Tagesablaufes, wie sie von Jores behauptet wurde, ist wohl vorhanden, hält sich aber in so engen Grenzen, daß sie praktisch nicht stört. Bei beschleunigter Senkung können allerdings die Unterschiede im Tagesablauf erheblich sein (Westergreen). Die Nahrungsaufnahme ist ohne Einfluß, es sei denn, daß eine sehr reichliche Eiweißmahlzeit genommen wurde, oder durch sehr hohe Flüssigkeitszufuhr, wie im Wasserstoß, eine bedeutende Änderung des Ionenmilieus des Plasmas beobachtet wurde. Auch langer dauerndes Hungern verändert die Senkung nicht. Es ist nicht unbedingt nötig, die Senkung am nüchternen Patienten oder zu einer bestimmten Tageszeit vorzunehmen.

Vom klinischen Geschehen aus betrachtet lassen sich in der Humanmedizin gewisse, allgemein gültige Regeln, die über das Ausmaß der Senkungsbeschleunigung maßgebend sind, herausheben. Bei entzündlichen Reaktionen wird das Ausmaß der Senkung in hohem Maße von der Größe der Resorption von Eiweißkörpern aus den Entzündungsprodukten abhängen. Ein weit ausgebreiteter Entzündungsherd wird unter sonst gleichen Bedingungen im allgemeinen eine entsprechend stärkere Senkungsbeschleunigung ergeben als ein kleinerer. Es gehen demnach phlegmonöse, im Gewebe sich weit ausbreitende Prozesse mit sehr hoher Senkung einher. Die in serösen Höhlen ablaufenden Entzündungen haben eine besonders hohe Senkung zur Folge wie z.B. die Pleuritis exsudativa, die akute Polyarthritiden u.a., da hier die Resorption offenbar eine besonders starke ist. Demgegenüber werden Entzündungen der Schleimhäute, deren Entzündungsprodukte hauptsächlich nach aussen entleert werden, nur eine verhältnismäßig geringe Beschleunigung verursachen, wie z.B. eine einfache Bronchitis, während bei Mitbeteiligung der tieferen Gewebsschichten z.B. bei Bronchopneumonie viel höhere Werte gefunden werden. Ähnlich werden gut abgekapselte Entzündungsherde, aus denen nur wenig resorbiert wird, z.B. ältere Abszesse, eine ver-

hältnismäßig geringe Beschleunigung ergeben. Entzündungen mit Gewebseinschmelzung und Nekrose verursachen eine sehr hohe Senkung. Nach Eröffnung eines Eiterherdes wird bei gutem Abfluß die Senkung rasch fallen, bei neuerlicher Eiterretention wieder ansteigen, woraus sich wertvolle Möglichkeiten für die Beurteilung des Verlaufes und die therapeutischen Maßnahmen ergeben. Bei den bösartigen Geschwülsten kann die Senkung aus verschiedenen Gründen beschleunigt werden. Als maßgebliche Faktoren sind zu nennen:

Zerfall des Geschwulstgewebes

Zerstörung und Einschmelzung des umgebenden Gewebes durch Infiltration, und

reaktive Entzündungen und Exsudationen.

Das Geschwulstwachstum an sich muß nicht unbedingt zur Senkungsbeschleunigung führen, zumindest wird im Frühstadium eines malignen Tumors vor Eintritt der oben angeführten Auswirkungen die Senkung nicht selten völlig normal befunden. Unabhängig von diesen durch Entzündung und Gewebszerfall verursachten Veränderungen der Senkung wird man die gleichen Ausschläge auch dann zu erwarten haben, wenn aus anderen Gründen das Eiweißbild des Plasmas eine Umgestaltung erfahren hat. So ergibt sich unter anderem bei Niereninsuffizienz und in der Gravidität eine Beschleunigung der Blutkörperchensenkung. Umgekehrt gibt es Einflüsse, die eine ausgesprochene Verzögerung der Senkung verursachen. Dazu gehören in erster Linie die Polyglobulie, Stauung mit Zyanose und Hydrämie. Als Ursachen hierfür werden die Vermehrung der roten Blutzellen bzw. der Verminderung der Eiweißkörper im Plasma durch Verdünnung angenommen. Verlangsamend wirken ferner Kachexie und Erschöpfungszustände, wie sie besonders im Endstadium der Tuberkulose und bei malignen Geschwülsten vorkommen. Diese hemmenden Einflüsse können die ursprünglich vorhandene Beschleunigung völlig beseitigen oder in eine Verlangsamung umkehren. Hier zeigt sich ebenso wie beim Zusammenwirken von hemmenden und beschleunigenden Faktoren z.B. Polyglobulie und Pneumonie, die weitgehende Dominanz der ersteren. Weitere hemmende Einflüsse auf die Senkung müssen bei gewissen Störungen der Leberfunktion angenommen werden. Eine verzögerte Senkung wird schließlich noch bei gewissen vegetativ-neurotischen Krankheitszuständen und bei allergischen Erkrankungen gefunden. An klinischen Befunden werden hierbei verzeichnet:

Die Erhöhung des Calciumspiegels im Blut,
alkalotische Zustände,

vagotonische Reaktionen,
Bluteosinophilie u.a.

Durch das Zusammenspiel von hemmenden und beschleunigenden Einflüssen, durch die quantitativen Unterschiede und durch Eigenheiten in der Senkungskurve bei fortlaufender Kontrolle ergeben sich bei den meisten Krankheiten Besonderheiten. Für die einzelnen Krankheiten ergibt sich oft ein recht charakteristisches Verhalten. Man muß aber vor Augen haben, daß ein bestimmter Befund einer Senkung allein niemals für die Diagnose einer bestimmten Krankheit als ein genügender Beweis gelten kann. Die Senkung ist eine unspezifische Reaktion des Blutes, ähnlich wie etwa das Leukozytenbild und kündigt eine bestimmte Reaktionslage und nicht eine bestimmte Krankheit an.

• • • • •

In der Tiermedizin hat die Blutkörperchensenkung bei weitem nicht die Bedeutung erlangt, die man in der Humanmedizin dieser Reaktion beimißt. Lediglich bei der klinischen Untersuchung der infektiösen Anämie wurde der Sedimentiermethode von Noltze (11) (Monatsheft d. praktischen Tierheilkunde 1921) kein unwesentlicher Wert zuerkannt. Er füllt zu diesem Zweck 2 graduierte Glaszylinder von 25 cm Inhalt und 1,6 cm lichter Weite mit Blut, von denen bei dem einen das Gerinnen des Blutes durch Zusatz von Natriumoxalat, bei dem anderen durch 10-Min. langes Schütteln mit Glasperlen verhindert wird. Die Beobachtung der Sedimentierung soll in den ersten 3 Stunden 1/4 stündlich vorgenommen werden, weiterhin nochmals nach 24 und 48 Stunden. Er fordert eine sofortige Vornahme der Sedimentierung nach der Blutentnahme.

Nach den vergleichenden Untersuchungen der Wiener und Berliner Medizinischen Klinik ist aber die Sedimentierungsprobe für die infektl. Anämie keineswegs spezifisch, eine Beschleunigung tritt dabei häufig nicht auf. Nach Berücksichtigung der Bedingungen für eine beschleunigte Blutkörperchensenkung ist verständlich, daß der diagnostische Wert bei der infektiösen Anämie nur ein sehr beschränkter sein kann.

Wirth (12) beschreibt eine Makro- und eine Mikromethode der Blutkörperchen-senkung: Zur Vornahme der Makromethode verwendet man ein graduiertes Glas-röhrchen von etwa 25 ccm Inhalt. Man entnimmt das Blut aus einer Vene und füllt ein Meßglas, in dem sich 6 ccm einer 5 %igen Natrium citricum Lösung befinden, bis auf 30 ccm auf. Nach ruhiger Durchmischung durch 10 Sekunden

werden 20 ccm in das geeichte Röhrchen gefüllt.

Bei der Mikromethode werden nach Linzenmeier-Raunert statt der großen Sedimentierröhrchen Pipetten von 1 mm lichter Weite verwendet, die so eingestellt sind, daß wie bei der Makromethode eine Mischung von Blut und Natrium citricum Lösung 1:4 zustande kommt. Durch dreimaliges Ansaugen in den Bauch der Pipette erfolgt die gründliche Durchmischung, durch Ausblasen die Einstellung der Oberfläche des Blutcitratgemisches auf die Marke 100. Nach Wirth genügt es, in der 1. Stunde alle 10 Minuten abzulesen, ferner in der 90. und 120. Minute und schließlich nach 24 Stunden. Die Senkung ist erhöht bei: Anämie, Kachexie, Überanstrengung, Pneumonie, Tuberkulose, Druse u.a.

Eine Verzögerung der Senkung ist gegeben bei Bluteindickung, Hufrehe, Rotz, Petechialfieber, Hämoglobinurie, Verstopfung u.a. Zott (13) hat neben den anderen Haustieren auch an 10 Rindern die Blutsenkungsreaktion beobachtet. Die Ablesung erfolgte in der 1. Stunde alle 10 Minuten, dann nach der 2. Stunde und weiter nach 24 Stunden. Er stellte dabei beim Rind nach 30 Minuten eine Senkung der roten Blutkörperchen von 0,5 mm, nach 1 Stunde 1 mm, nach 2 Stunden 2 mm und nach 24 Stunden 12 mm fest. Die Blutkörperchensenkung wurde nach der Mikromethode nach Linzenmeier-Raunert untersucht.

Ein Zusammenhang zwischen spezifischem Gewicht, Zahl der roten Blutkörperchen, Viskosität und Eiweißgehalt (Gesamt-Eiweiß) einerseits und der für die einzelne Tierart charakteristischen Verlaufsart der Senkung läßt sich nach Zott nicht erkennen. -

Um einen schnelleren Senkungseffekt bei der Blutsenkung des Rindes zu erzielen, führten Wirth, Zott, van Zijl und neuerdings Beutler (23) die Blutsenkung unter Schrägstellung der Röhrchen durch. Die erhebliche Beschleunigung wird auf verschiedene Weise erklärt, z.B. durch sogenannte Lawinenbildung, wobei die Erythrozyten an der schrägen Glaswand abgleiten sollen (Linzenmeier (8)) oder durch Plasmaströmungen, die als Ursache der Beschleunigung angesehen werden (Balachowski, Lundgren). Der Neigungswinkel wurde von den einzelnen Autoren verschieden gewählt, van Zijl nahm eine Neigung von 45° , Beutler eine solche von 25° und 30° , wobei letzterer die mit 30° bevorzugte, da wohl bei 25° eine schnellere Senkung erfolgt, aber die genaue Ableistung erschwert wird.

Zweck der vorliegenden Untersuchungen war die Klärung folgender Fragen:

- 1.) Ist bei der Tuberkulose des Rindes die Blutkörperchensenkung beschleunigt?
- 2.) Bei welchen Formen ist dies der Fall?
- 3.) In welchem Grade erfolgt die Beschleunigung?

E i g e n e V e r s u c h e

Die Blutentnahme erfolgte bei Rindern unmittelbar vor der Schlachtung am Schlachthof München. Die Tiere wurden nach Ernährungszustand, Habitus, Haar-
kleid, ev. Husten oder sonst nach aussen sichtbaren Veränderungen ausgewählt,
die mit einiger Wahrscheinlichkeit auf tuberkulöse Ursachen zurückzuführen
sind. Leider war eine klinische Untersuchung nicht möglich, da durch den
ausserordentlich regen Schlachtbetrieb dazu die Zeit fehlte.

Die Blutkörperchensenkung wurde 1.) nach der Westergreen'schen Methode durch-
geführt. Am liegenden, betäubten Tier wurde die Vena jugularis punktiert,
in eine Spezialspritze (Westergreen'sches 2 ccm Modell) 2 ccm Blut aufgezo-
gen und 1,6 ccm davon in ein Reagenzglas ausgeblasen, in dem sich 0,4 ccm
3,8 %iger Natriumzitratlösung befanden. Der Inhalt des Reagenzgläschens wur-
de durch vorsichtiges Schwenken sorgfältig durchmischt und das Reagenzglas
gekennzeichnet.

Nach der Schlachtung wurde der pathologisch-anatomische Befund erhoben und
eingetragen. Auf diese Art wurden an einem Schlachttag 5 Proben entnommen.

Die Blutsenkung kam im Westergreen'schen Blutsenkungs-Apparat nach etwa 4
Stunden zur Durchführung. Die Ablesung erfolgte bei den ersten 20 Fällen in
den ersten 2 Stunden halbstündlich, dann nach der 3. Stunde und nach 24 Stun-
den. In den folgenden Fällen wurde auf die halbstündliche Ablesung verzich-
tet und nur mehr nach der 1., 2., 3. und nach 24 Stunden abgelesen, da halb-
stündlich beim Rind ein charakteristischer Senkungsbefund nicht zu erwarten
ist.

Als 2.) Methode wurde die Blutsenkungsreaktion unter Schrägstellung der We-
stergreen'schen Röhrchen berücksichtigt, bei welcher ein schnellerer und
deutlicherer Senkungseffekt zu erwarten war.

Bei den eigenen Versuchen gelangten 1. der Erka- und

2. der Neuderka-Apparat

zur Anwendung. Der Unterschied zwischen Erka- und Neuderka-Apparat ist fol-
gender: Beim Erka-Apparat erfolgt die Winkelbildung von 30° durch Anbrin-
gung einer ausschwenkbaren Stütze am oberen, waagrechten Teil des Rahmens,
während der Neuderka-Apparat auf halber Höhe des Rahmens eine Drehscheibe
besitzt, an der bei der Neigung von 30° eine Raste angebracht ist.

Die Behandlung der entnommenen Blutproben war die gleiche wie nach der Westergreen'schen Methode, die Ablesung erfolgte bei der Schrägstellung der Röhrchen nach 1/2 Std., nach 1 Std., nach 2 Std. und nach 24 Stunden.

Von 139 Tieren werden nun die wichtigsten Fälle in ihrem Blutsenkungsverlauf und pathologisch-anatomischen Befund angeführt, wobei 100 Senkungen nach der Westergreen'schen Methode, die übrigen 39 unter Schrägstellung der Westergreen'schen Methode angesetzt wurden. Auf die Darstellung der übrigen Blutsenkungsergebnisse wurde aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet.

Unter den ersten 38 Tieren wurden solche ausgewählt, bei denen nach Beurteilung des pathologisch-anatomischen Befundes Tuberkulose oder eine sonstige innere Erkrankung ausgeschlossen werden konnte, die eine Beschleunigung der Blutsenkung hervorrufen könnte, um zuerst den normalen Blutsenkungsverlauf festzustellen.

Bei der Durchführung der B.S.R. unter Schrägstellung beim gesunden Tier wurde auf die Anführung der einzelnen Werte verzichtet und lediglich der errechnete Durchschnittswert angegeben.

Nr. 1

Kalbin,

Ernährungszustand: sehr gut

Path.-anatom.-Befund: O.B.

1 Stundenwert:	0 mm
2 Stundenwert:	0 mm
3 Stundenwert	1/2 mm
24 Stundenwert:	16 mm

Nr. 2

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	0 mm
2 Stundenwert:	0 mm
3 Stundenwert:	1/4 mm
24 Stundenwert:	11 mm

Nr. 3

Grauviehhuh, Alter ca. 9 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	1 1/4 mm
2 Stundenwert:	2 mm
3 Stundenwert:	3 mm
24 Stundenwert:	21,0 mm

Nr. 4

Bulle, Alter ca. 4 1/2 Jahre

Ernährungszustand: sehr gut

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	0 mm
2 Stundenwert:	0 mm
3 Stundenwert:	1/4 mm
24 Stundenwert:	19 mm

Nr. 5

Höhenfleckviehhuh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	0 mm
2 Stundenwert:	1/2 mm
3 Stundenwert:	1 3/4 mm
24 Stundenwert:	13 1/2 mm

Nr. 6

Grauviehhuh, Alter ca. 11 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	1,5 mm
2 Stundenwert:	2 mm
3 Stundenwert:	5,2 mm
24 Stundenwert:	21 mm

Nr. 7

Höhenfleckviehkuh, Alter 6 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	0,25 mm
2 Stundenwert:	0,50 mm
3 Stundenwert:	1,0 mm
24 Stundenwert:	7,0 mm

Nr. 8

Ochse, Alter ca. 5 Jahre

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	0,66 mm
2 Stundenwert:	1,25 mm
3 Stundenwert:	2,25 mm
24 Stundenwert:	9,0 mm

unscharfe Grenzef

Von den 16 Tieren, die im Gesundheitszustand O.B. befunden wurden, wurden bei der Schrägstellung der Röhrchen folgende Durchschnittswerte ermittelt:

1/2 Stundenwert:	8,3 mm
1 Stundenwert:	17,1 mm
2 Stundenwert:	57,4 mm
24 Stundenwert:	131,0 mm

Die folgende Untersuchungsreihe befaßt sich mit Fällen, bei denen infolge einer hochgradigen Tuberkulose, oder einer eitrigen Entzündung der serösen Höhlen eine beschleunigte Blutkörperchensenkung zu erwarten war. Es wurden nur Tiere ausgewählt, bei denen diese Erkrankungen nicht durch andere Organleiden kompliziert waren, damit die beschleunigte Senkung mit hoher Wahrscheinlichkeit nur auf die oben erwähnten Erkrankungen bezogen werden konnte.

Es wurden auch hier die 1, 2, 3 und 24 Stundenwerte abgelesen.

Nr. 9

Grauviehkueh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Hochgradige Tuberkulose der Lungen mit strahliger Verkäsung und teils nußgroßen, teils kinderfaustgroßen Einschmelzkavernen, Pleuritis tuberculosa nodosa, produktive Eutertuberkulose mit wenigen, derben Knoten in der linken Niere einzelne, miliare Herde.

1 Stundenwert:	5,5 mm
2 Stundenwert:	12,0 mm
3 Stundenwert:	15,5 mm
24 Stundenwert:	45,0 mm

Stark unscharfe Grenze, nach 24 Stunden war das Serum von 45,0 bis zur Marke 140 von Erythrozytenhaufen getrübt.

Nr. 10

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 9 Jahre

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: Serös-eitrige Entzündung des linken, hinteren Euterviertels, Leberländer hochgradig stumpf, Blutungen in den Nieren, tuberkulöser Primärkomplex in der Lunge.

1 Stundenwert:	2,6 mm
2 Stundenwert:	14,5 mm
3 Stundenwert:	18,0 mm
24 Stundenwert:	84,0 mm

Serum war mit einzelnen Erythrozytenhaufen getrübt.

Nr. 11

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 4 Jahre

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: Eitrige Fremdkörperperitonitis, ca. 5 l Eiter in der Bauchhöhle.

1 Stundenwert:	2,0 mm
2 Stundenwert:	4,5 mm
3 Stundenwert:	8,0 mm
24 Stundenwert:	46,0 mm

Nr. 12

Grauviehhuh, Alter ca. 8 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Lunge hochgradige, exudative Tuberkulose, einzelne verkäste Herde mit Blutungspunkten besetzt, Leberlymphknoten mannsfaustgroß und verkäst, Leber mit einzelnen Herden von Kirsch kern- bis Walnußgröße befallen, Pleuritis tuberculosa.

1 Stundenwert:	2,0 mm
2 Stundenwert:	3,5 mm
3 Stundenwert:	8,0 mm
24 Stundenwert:	43,0 mm

Nr. 13

Höhenfleckviehhuh, Alter ca. 6 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Trächtigkeit im 4. Monat, ausgedehnte exsudative Tuberkulose mit Einschmelzkavernen, geringgradige Pleuritis tuberculosa.

1 Stundenwert:	1,33 mm
2 Stundenwert:	4,0 mm
3 Stundenwert:	7,5 mm
24 Stundenwert:	39,0 mm

unscharfe Grenze!

Nr. 14

Höhenfleckviehhuh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: Starke Schwellung der Leberländer, Fibrinöse Entzündung der Glisson'schen Kapsel, Haube mit dem Zwerchfell verwachsen, Fremdkörper in der Haube, Primärkomplex im rechten Lungenflügel.

1 Stundenwert:	2 mm
2 Stundenwert:	5 mm
3 Stundenwert:	7 mm
24 Stundenwert:	63 mm

Nr. 15

Grauviehhuh, Alter ca. 8 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Hochgradige Tuberkulose der Lungen mit einzelnen eitrigen Einschmelzungsherden von Kirsch- bis Mannsfaustgröße, ausgedehnte Pleuritis tuberculosa nodosa.

1 Stundenwert:	2,0 mm
2 Stundenwert:	5,5 mm
3 Stundenwert:	8,0 mm
24 Stundenwert:	62,0 mm

Nr. 16

Grauviehhuh, Alter ca. 6 Jahre

Ernährungszustand: mäßig

Path.-anatom. Befund: Ausgedehnte Tuberkulose der Lungen, teils mit eitriger Einschmelzung, teils mit landkartenähnlichen Verkäisungen, welche Blutungspunkte enthalten. Lunge im ganzen stark verhärtet.

1 Stundenwert:	3,0 mm
2 Stundenwert:	8,0 mm
3 Stundenwert:	16,0 mm
24 Stundenwert:	65,0 mm

unscharfe Grenze, einzelne Erythrozytenhäufchen schweben im Serum.

Nr. 17

Höhenfleckviehhuh, Alter ca. 8 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Hochgradige Tuberkulose der Lunge, einzelne Azini verkäst, bis mannsfaustgröße, mit Eiter gefüllte Zerfallsherde.

1 Stundenwert:	2,5 mm
2 Stundenwert:	4,5 mm
3 Stundenwert:	8,0 mm
24 Stundenwert:	19,0 mm

tuberkulose als Niederbruchsform zur Schlachtung kam, und deshalb vom Fleischbeschau-Tierarzt ein Zeugnis erbeten wurde.

1 Stundenwert:	1,25 mm
2 Stundenwert:	1,5 mm
3 Stundenwert:	2,25 mm
24 Stundenwert:	12,5 mm

Nr. 21

Grauviehhuh, Alter ca. 11 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Hochgradige, verkäsende Tuberkulose der Lunge mit Blutungspunkten, Lungenlymphknoten vergrößert und ebenfalls mit Blutungspunkten besetzt. Pericarditis tuberculosa caseosa.

1 Stundenwert:	1,0 mm
2 Stundenwert:	1,5 mm
3 Stundenwert:	2,0 mm
24 Stundenwert:	13,0 mm

Nr. 22

Grauviehhuh, Alter ca. 8 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Tuberkulose in multilobulärer Ausbreitung und strahliger Verkäsung, ca. 1 cm dicke käsige Auflagerungen an der pleura costalis.

1 Stundenwert:	0,75 mm
2 Stundenwert:	2,0 mm
3 Stundenwert:	3,25 mm
24 Stundenwert:	23,0 mm

Nr. 23

Pinzgauer Ochse

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Lungen mit einzelnen Einschmelzungskavernen befallen, einzelne Lobuli fleckig verkäst, Bronchien und unterster Teil mit verstreuten Geschwüren (wahrscheinl.tuberk. Art) besetzt. Perlsucht d. Perikards.

1 Stundenwert:	1,0 mm
2 Stundenwert:	1,5 mm
3 Stundenwert:	2,5 mm
24 Stundenwert:	17,0 mm

Nr. 24

Pinzgauer Ochse

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Ausgebreitete Organtuberkulose d. Lunge mit diffusen Verkäsungsfeldern und einzelnen Einschmelzungskavernen. Pleuritis tuberculosa nodosa. Geringgradige Distomatose d. Leber.

1 Stundenwert:	0,5 mm
2 Stundenwert:	1,0 mm
3 Stundenwert:	1,7 mm
24 Stundenwert:	21,0 mm

Nr. 25

Grauviehkuh, Alter ca. 9 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Lunge m. Einschmelzungsherden befallen, einzelne Lungenläppchen zeigen diff. Verkäsung, Pleuritis u. Peritonitis tuberculosa nodosa, starke Asymmetrie d. Euters, linke Euterviertel mit Verkäsungsstreifen durchzogen, linker Euterlymphknoten ca. 3fach vergrößert und verkäst.

1 Stundenwert:	0,0 mm
2 Stundenwert:	1,0 mm
3 Stundenwert:	1,5 mm
24 Stundenwert:	9,5 mm

Nr. 26

Grauviehkuh, Alter ca. 5 Jahre

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: Lunge oberflächl. m. blauroten Flecken durchsetzt, Lunge i. einzelnen Abschnitten m. teils grauen, teils verkästen Tüpfchen gesprenkelt, letztere weisen feine Blutungspunkte auf. Pericarditis tuberculo-

sa caseosa (Panzerherz) m. streifigen Blutungen.

1 Stundenwert:	1,0 mm
2 Stundenwert:	1,5 mm
3 Stundenwert:	1,75 mm
24 Stundenwert:	17,0 mm

Nr. 27

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Bildung von Einschmelzungskavernen, die teils Mannsfaustgröße besitzen und mit rahmigem Eiter gefüllt sind. Perlsucht des Bauchfells. Geringe Distomatose.

1 Stundenwert:	1,0 mm
2 Stundenwert:	1,25 mm
3 Stundenwert:	1,5 mm
24 Stundenwert:	9,0 mm

Nr. 28

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 11 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Chronische Organtuberkulose der Lunge mit eitergefüllten Höhlen, Lymphknoten nicht vergrößert, 1 Lymphknoten geringgradig verkäst. Perlsucht der Pleura costalis. Tuberkulose der Leber in Form von 6 verkästen Herden.

1 Stundenwert:	1,0 mm
2 Stundenwert:	1,5 mm
3 Stundenwert:	2,0 mm
24 Stundenwert:	24,0 mm

unscharfe Grenze!

Nr. 29

Pinzgauer Kuh, Alter ca. 6 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Hochgradige, verkäsende Tuberkulose der Lunge, Pleu-

ritis tuberculosa nodosa, multiple verkäste tuberkulöse Herde in der Leber.

1 Stundenwert:	1,33 mm
2 Stundenwert:	1,5 mm
3 Stundenwert:	2,0 mm
24 Stundenwert:	16,5 mm

Nun werden 3 Blutsenkungsbefunde aufgezeigt, bei denen eine beschleunigte Sedimentierung festgestellt wurde, welche aus dem postmortalen Befund nicht erklärt werden konnte. Es sind nur Tiere berücksichtigt worden, welche entweder pathologisch-anatom. ohne Befund vorgefunden wurden, oder Veränderungen zeigten, die eine Blutsenkungsbeschleunigung erfahrungsgemäß nicht zur Folge haben:

Nr. 30

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 9 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Vollständiger, verkalkter Primärkomplex in der Lunge.

1 Stundenwert:	2,5 mm
2 Stundenwert:	8,5 mm
3 Stundenwert:	11,0 mm
24 Stundenwert:	37,0 mm

Nr. 31

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 10 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	2,5 mm
2 Stundenwert:	4,5 mm
3 Stundenwert:	6,33 mm
24 Stundenwert:	32,0 mm

Der obere Rand der Blutkörperchen zeigt eine unscharfe Grenze!

Nr. 32

Bulle, Alter 6 Jahre

Ernährungszustand: sehr gut

Path.-anatom. Befund: O.B.

1 Stundenwert:	1,0 mm
2 Stundenwert:	1,5 mm
3 Stundenwert:	4,0 mm
24 Stundenwert:	29,0 mm

unscharfe Grenze!

Im folgenden Abschnitt der Versuchsreihen wurde die B.G.R. unter Schrägstellung der Westergreen'schen Röhrchen um 30° durchgeführt, die Blutentnahme und die Behandlung der Proben blieb dieselbe:

Nr. 33

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Lunge mit 3 ca. mannsfaustgroßen, mit Eiter gefüllten Kavernen befallen, Pleuritis tuberculosa.

1/2 Stundenwert:	13 mm
1 Stundenwert:	32 mm
2 Stundenwert:	42 mm
24 Stundenwert:	147 mm

Nr. 34

Grauviehkueh, Alter ca. 4 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Lunge mit einzelnen, walnußgroßen tuberkulösen Knoten durchsetzt, Mediastinallymphknoten in Kindsarmdicke geschwollen.

1/2 Stundenwert:	5 mm
1 Stundenwert:	21 mm
2 Stundenwert:	35 mm
24 Stundenwert:	136 mm

Nr. 35

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 8 Jahre

Ernährungszustand: schlecht, rauhes Haarkleid

Path.-anatom. Befund: Die Lunge ist an der Oberfläche blaurot gefeldert, im Schnitt ist die Lunge mit verkästen Tupfen gesprenkelt, darin einzelne Blutungspunkte.

1/2 Stundenwert:	15 mm
1 Stundenwert:	41 mm
2 Stundenwert:	62 mm
24 Stundenwert:	123 mm

Nr. 36

Höhenfleckvieh-Ochse

Ernährungszustand: gut

Path.-anatom. Befund: Hochgradig verkäsende Lungentuberkulose, Pleuritis tuberculosa nodosa.

1/2 Stundenwert:	4 mm
1 Stundenwert:	20 mm
2 Stundenwert:	37 mm
24 Stundenwert:	135 mm

Nr. 37

Pinzgauer Kuh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Chronische Organtuberkulose unter Bildung von Einschmelzungskavernen, geringgradige Perlsucht der Pleura costalis.

1/2 Stundenwert:	14 mm
1 Stundenwert:	38 mm
2 Stundenwert:	59 mm
24 Stundenwert:	141 mm

Nr. 38

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 6 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Geringgradige Lungentuberkulose unter Bildung von 3 ca. kirschgroßen Knoten.

1/2 Stundenwert:	15 mm
1 Stundenwert:	31 mm
2 Stundenwert:	35 mm
24 Stundenwert:	152 mm

Nr. 39

Schwarzbunte Niederungskuh, Alter ca. 9 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Diffuse Verkäsungsfelder in der Lunge, einzelne Kavernen.

1/2 Stundenwert:	17 mm
1 Stundenwert:	29 mm
2 Stundenwert:	87 mm
24 Stundenwert:	132 mm

Nr. 40

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 9 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Multilobuläre Tuberkulose, Verkäsung, viele Blutungspunkte.

1/2 Stundenwert:	5 mm
1 Stundenwert:	16 mm
2 Stundenwert:	46 mm
24 Stundenwert:	134 mm

Nr. 41

Grauviehhkuh, Alter ca. 6 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Ausgedehnte, exsudat. Tuberkulose, einzelne Einschmelzkavernen.

1/2 Stundenwert:	16 mm
1 Stundenwert:	24 mm
2 Stundenwert:	67 mm
24 Stundenwert:	123 mm

Nr. 42

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 6 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Hochgradige, exsudative Tuberkulose mit Blutungspunkten durchsetzt, Leberlymphknoten in Kindsfaustgröße angeschwollen und verkäst, tuberkulöse Knoten im Uterus.

1/2 Stundenwert:	12 mm
1 Stundenwert:	22 mm
2 Stundenwert:	58 mm
24 Stundenwert:	137 mm

Nr. 43

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Schwellung d. Mediast. Lymphknotens in Kinderarmdicke, tuberkulöse Knoten a.d. linken Lungenspitze.

1/2 Stundenwert:	14 mm
1 Stundenwert:	26 mm
2 Stundenwert:	61 mm
24 Stundenwert:	119 mm

Nr. 44

Grauviehkuh, Alter ca. 5 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Hochgradige Organtuberkulose d. Lunge mit strahliger Verkäsung, multiple Blutungspunkte.

1/2 Stundenwert:	16 mm
1 Stundenwert:	32 mm
2 Stundenwert:	73 mm
24 Stundenwert:	142 mm

Nr. 45

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 8 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Geringgradige tuberkulöse Knotenbildung im linken Lungenflügel.

1/2 Stundenwert:	4 mm
1 Stundenwert:	16 mm
2 Stundenwert:	41 mm
24 Stundenwert:	128 mm

Nr. 46

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 6 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Ausgedehnte, exsudative Tuberkulose beider Lungenflügel mit Bildung von Einschmelzkavernen.

1/2 Stundenwert:	11 mm
1 Stundenwert:	19 mm
2 Stundenwert:	62 mm
24 Stundenwert:	127 mm

Nr. 47

Grauviehkueh, Alter ca. 7 Jahre

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: 2 ca. mannsfaustgroße Kavernen mit rahmigem Eiter, strahliger Verkäsung in einer Lungenspitze.

1/2 Stundenwert:	9 mm
1 Stundenwert:	21 mm
2 Stundenwert:	48 mm
24 Stundenwert:	141 mm

Nr. 48

Pinzgauer Kuh, Alter ca. 8 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.anatom. Befund: Hochgradige Tuberkulose beider Lungen, einzelne Einschmelzkavernen von Kirsch- bis Kinderfaustgröße.

1/2 Stundenwert:	14 mm
1 Stundenwert:	26 mm

2 Stundenwert:	68 mm
24 Stundenwert:	124 mm

Nr. 49

Höhenfleckvieh-Ochse

Ernährungszustand: sehr schlecht

Path.-anatom. Befund: Primäraffekt im linken Lungenflügel, Mediast. Lymphknoten in Mannsarmdicke geschwollen.

1/2 Stundenwert:	12 mm
1 Stundenwert:	23 mm
2 Stundenwert:	61 mm
24 Stundenwert:	142 mm

Nr. 50

Höhenfleckviehkuh, Alter ca. 9 Jahre

Ernährungszustand: schlecht

Path.-anatom. Befund: Ausgedehnte Tuberkulose der Lunge, teils mit eitriger Kavernenbildung, teils mit strahliger Verkäsung einhergehend.

1/2 Stundenwert:	16 mm
1 Stundenwert:	28 mm
2 Stundenwert:	64 mm
24 Stundenwert:	133 mm

Betrachtet man nun die einzelnen Blutsenkungsreaktionen und vergleicht die Untersuchungsreihen miteinander, so ist eine Unsicherheit in dem Ausfall der Blutsenkung im Verhältnis zu dem patholog.-anatomischen Bild unverkenrbar. Stellt man den normalen 1-Std.-Wert des Menschen dem des Rindes nach der Westergreen'schen Methode gegenüber, so beträgt der des Rindes oft nur Bruchteile eines Millimeters; manchmal ist nach dieser Zeit überhaupt keine Senkungstendenz zu beobachten, während beim Menschen bei einem 1-Stundenwert von 2 mm bereits von einer Verzögerung gesprochen wird. Beim Rind senkt sich die Blutkörperchensäule ausgesprochen langsam und ein 24-Stundenwert, der annähernd dem Hämatokritvolumen entspricht, ist nicht zu erwarten. Die Schwankungen in den normalen Blutsenkungswerten sind mit Rücksicht auf die sehr

langsame Sedimentierung der roten Blutkörperchen als beträchtlich anzusehen, so daß die Grenze zwischen der normalen Sedimentierung und einer geringen Beschleunigung sehr schwer zu ziehen ist.

Um ein deutliches Bild der B.S.R. beim Rinde zu bekommen, wurde in der letzten Versuchsreihe (39) die Schrägstellung der Röhrchen zur Anwendung gebracht.

Es wurde wohl eine viel schnellere Senkung erreicht, aber auch hier fällt eine hohe Differenz in den Normalwerten ins Auge, die in den bestimmten Ablesungszeiten folgende Ausmaße erreicht:

1/2 Stundenwert :	4-14 (Diff. = 10)	
	als Mittelwert wurde	8,3 errechnet
1 Stundenwert :	13-12 (Diff. = 13)	
	als Mittelwert wurde	17,1 errechnet
2 Stundenwert :	45-68 (Diff. = 23)	
	als Mittelwert wurde	57,4 errechnet.

In der Beurteilung der B.S.R. beim Vorliegen einer ausgebreiteten Tuberkulose tritt auch bei dieser Methode oft eine deutliche Diskrepanz zwischen pathologisch-anatom. Befund und Senkungsbeschleunigung zutage.

Um sich die Ursachen der geringen Sedimentierungstendenz des Rinderblutes zu erklären, soweit dies überhaupt sicher möglich ist, ist es unumgänglich notwendig, sich mit der physikalisch-chemischen Problematik der Sedimentierungsvorgänge zu befassen. Den letzten Ursachen der Blutsenkungsvorgänge ist in der Humanmedizin im Laufe der Jahre sehr gründlich nachgegangen worden, doch kann bis heute noch nicht von einer vollständigen Klärung dieses komplexen Vorganges gesprochen werden; dies gilt insbesondere für die beschleunigte Blutsenkung und deren Beeinflussung durch die verschiedenen Bestandteile des Blutes.

Im Folgenden werden die Faktoren berücksichtigt, von denen man annahm, daß sie eine Beschleunigung der B.S.R. herbeiführen könnten, wenngleich verschiedene heute als nebensächlich betrachtet werden, so ist doch instruktiv die einzelnen Theorien über das Zustandekommen der beschleunigten B.S.R. anzuführen.

Fahraeus (6), insbesondere aber Höber und Mond (14) haben sehr frühzeitig nach Einführung der B.S.R. in die klinische Diagnostik in ausgedehnter Forschungsarbeit versucht, die Ursachen der Beschleunigung der B.S.R. zu er-

gründen. Fahraeus (6) hat sich in der Kieler Klinik damit beschäftigt, die elektrische Ladung der roten Blutkörperchen durch kataphoretische Messungen zu bestimmen. Dabei stellte er fest, daß die natürliche negative Ladung der roten Blutkörperchen im Gravidblut herabgesetzt ist. Daraus ließ sich folgern, daß, ähnlich wie in einem Sol eines Suspensionskolloids, nach Zusatz genügender Mengen eines ausflockenden Elektrolyten die Attraktionskräfte zwischen den suspendierten Teilchen über die elektrischen Abstoßungskräfte überwiegen, so daß eine Zusammenballung, eine Agglutination die Folge ist, an die sich dann eine raschere Sedimentierung anschließt. Was nun freilich die relative Entladung herbeiführt, das wurde damals noch nicht untersucht. Seitdem ist aber von Fahraeus der heute ganz allgemein bestätigte Befund erhoben worden, daß das Zustandekommen der Suspensionsinstabilität mit einer relativen Zunahme der Globulinfraktion in der Blutflüssigkeit (Plasma oder Serum) verbunden ist.

Nach den Untersuchungen von Höber und Mond (14) ist die Sedimentierung der roten Blutkörperchen in erster Linie ein kapillar-elektrisches Phänomen, die verschiedenen Eiweißkörper der Blutflüssigkeit üben je nach ihrer chemischen Natur und nach ihrem physikalischen Zustand einen ganz verschiedenen Einfluß auf die elektrische Ladung der roten Blutkörperchen aus. Verfasser nehmen deshalb an, daß die Aufhebung der normalen Stabilität der Blutkörperchensuspension in der Schwangerschaft und bei Krankheiten dadurch zustande kommt, daß in die Adsorptionshülle der roten Blutkörperchen Globuline mehr oder weniger an die Stelle von Albumin treten und da der isoelektrische Punkt der Globuline,

also die Reaktion,

bei der ihre Flockungstendenz maximal ist, der neutralen Reaktion des Blutes näher liegt als der isoelektrische Punkt des Albumins, so erwächst auch bei den Blutkörperchen, die mit mehr Globulin behaftet werden, die Tendenz zur Flockung oder Agglutination. Die Wirkung der Eiweißkörper richtet sich aber, abgesehen von der Lage ihres isoelektrischen Punktes, auch noch nach ihrem Lösungszustand, insbesondere nach ihrer Viskosität, durch die der Blutkörperchen-Oberfläche ein wesentliches Maß an Klebrigkeit erteilt wird.

E. Wöhlisch (15) und P. Bohnen (16) schließen sich im wesentlichen der Theorie von Höber und Mond an; Verfasser wollen durch den Nachweis, daß der isoelektrische Punkt des Fibrins, das als Gel des Fibrinogens anzusehen ist, bei p_H 6-6,83 liegt, die Theorie von Höber und Mond untermauern, da ursprünglich in der Tatsache, daß der isoelektrische Punkt des Fibrinogens bei

p_h 4,9 liegt, ein Widerspruch zur Theorie von Höber und Mond zu erblicken war. Verfasser versuchen nun an Hand der mikroskopischen Untersuchung des Fadenphänomens den Nachweis zu erbringen, daß diese Fäden, die die Erythrozyten untereinander verbinden, durch Anhaften von Fibrin entstanden seien und so den Beweis erbringen, daß die Agglutination durch die Labilität der Eiweißkörper Fibrinogen und Globuline, die die roten Blutkörperchen aneinander ketten, entsteht, wodurch die Beschleunigung der B.S.R. erklärt wird. - Es ist ihnen zwar der Beweis gelungen, daß die Agglutination durch das Auftreten von Fäden, welche die einzelnen Erythrozyten untereinander verbinden, entsteht, und dadurch die Sedimentierung beschleunigt wird. Auf welche Art diese Fadenbildung vor sich geht und wie die Anlagerung der Fäden an die roten Blutkörperchen erklärt werden könnte, geht aus dieser Arbeit nicht hervor.

Diesem hält Frimberger (18) entgegen:

- 1.) Das gleiche Fadenphänomen ergibt sich auch in Lösungen, die als ballungsfördernder Stoff nur Gelatine oder Gummi arabicum oder Vinerol enthalten. Damit läßt sich beweisen, daß diese Stoffe ganz die Stelle des Fibrinogens bzw. dessen Gels oder des Globulins einnehmen können. Da nun der isoelektrische Punkt von Gelatine bei p_h 4,7 = Albumin liegt und trotzdem stark ballungsfördernd und damit senkungsbeschleunigend wirkt, ist die Theorie, daß die Senkungsbeschleunigung hauptsächlich durch elektrische Entladung der roten Blutkörperchen verursacht sei, stark erschüttert.
- 2.) Wie wenig die elektrische Ladung und das Anionenbildungsvermögen für die reversible Ballung bedeuten, läßt sich auch aus Versuchen ableiten, bei denen Nichtleiter statt Salzen verwendet worden sind. Stellt man nämlich Lösungen her, die neben Gelatine oder Gummi arabicum nur noch Traubenzucker, Milhzucker oder Rohrzucker in der Menge enthalten, die einer 0,85 %igen Na Cl Lösung entsprechen und prüft den mit diesen Lösungen zu erreichenden Senkungseffekt, dann kann man feststellen, daß die reversible Ballung (Agglutination) an die Anwesenheit größerer Salz-mengen nicht gebunden ist.

Nägeli (17) schreibt zum Wesen der Blutsenkungsreaktion: Die roten Blutkörperchen sind elektro-negativ geladen, stoßen einander ab und dadurch wird für eine gewisse Zeit eine Zusammenballung und ein Heruntersinken der Konglomerate vermieden. Die Zellen befinden sich aber in einem Plasma von Kolloiden, und diese Kolloide sind elektropositiv geladen, ganz besonders

die grobdispersen Eiweißkörper Globulin und Fibrinogen. Diese Körper erzeugen eine Entladung der roten Blutkörperchen; es kommt daher zur Verklumpung und zum Heruntersinken der Zusammenballungen. Enthält das Plasma überwiegend Albumin, so geht es sehr lange, bis die Verklumpung und das Heruntersinken zustandekommt. Je mehr aber die grobdispersen Eiweißkörper überwiegen, desto rascher erfolgt die Senkung.

Nach Nägeli hängt die Senkungsgeschwindigkeit von folgenden Punkten ab:

- 1.) Von der Menge der Globuline und Fibrinogens: Nach Verfasser ist dies der wichtigste Faktor für das Zustandekommen einer Beschleunigung der B.S.R.
- 2.) Von der Größe der Erythrozyten: Und zwar wirkt sich die Größe mit dem Quadrat des Radius im Sinne einer Beschleunigung aus. Daher ist die Senkung im Tierblut je nach der Größe der Zellen außerordentlich verschieden.
- 3.) Von der Zahl der roten Blutkörperchen: Wenn sehr viele Erythrozyten da sind, so ist die abstoßende Kraft zwischen den Zellen gesteigert und die Senkung verzögert und umgekehrt bei Abnahme der roten Blutkörperchen ist die Senkungsgeschwindigkeit beschleunigt. Man darf diesen Punkt auf keinen Fall vernachlässigen.
- 4.) Von Hämoglobingehalt der Erythrozyten: Rote Blutzellen mit guter Hämoglobin Ausstattung sind schwerer und sinken daher leichter.
- 5.) Von der Form der Erythrozyten: Kugelzellen wie bei der Kugelzellen-Anämie beschleunigen wegen ihrer Schwere die Blutkörperchensenkung.
- 6.) Von der Kleinheit der Zellen: Kleine Zellen verzögern die Senkung.
- 7.) Von der Viskosität des Plasmas.
- 8.) Von der Azidose: Stärkere Azidose verlangsamt die Senkung wegen Änderung der elektrischen Ladung der roten Blutkörperchen. Auch Kohlensäure wirkt sich in dieser Weise aus. Daher bei Zyanose wegen CO_2 -Zunahme und wegen einer Erythrozyten-Zunahme verzögerte Senkung.
- 9.) Vom Cholesteringehalt: Zunahme bewirkt Beschleunigung der Senkung.

Über den prognostischen Wert und die Ursachen einer beschleunigten B.S.R. schreibt der Verfasser weiter:

Man kann begreifen, daß gerade bei der Tuberkulose die Senkung große Zuverlässigkeit in ihrem Resultat gibt. Denn die Prognose ist weitgehend abhängig von der Anwesenheit grobdisperser Eiweißkörper. Die Zunahme grobdisperser Ei-

weißkörper entspricht einer Reaktion des Organismus auf schwere Störungen, nicht etwa aber, wie man es vielfach liest, entspricht sie einem Gewebszerfall. Daher sehen wir auch ohne jeden Gewebszerfall bei Miliaris und bei Polyarthrititis ausserordentliche Beschleunigung. Nicht selten wird agonal auffällig plötzlich die gesteigerte Senkung geringgradiger und zwar ganz besonders bei der Tuberkulose. Die Gründe dafür sind verschiedene. Es sinkt vielfach die Produktion der Eiweißkörper zum Teil wegen Leberinsuffizienz und zwar ganz besonders die Produktion der grobdispersen Eiweißkörper. Es tritt ferner öfter eine gewisse Azidosis ein, oder eine gewisse Polyglobulie hinzu und alle diese Faktoren vermindern die Senkung. Dieses Beispiel zeigt aufs deutlichste, wie man den Senkungswert prognostisch und auch diagnostisch nicht als nackte Tatsache behandeln darf. Bei der Tuberkulose sind nun diese neuen Momente relativ leicht schon klinisch zu erkennen. Sie beeinträchtigen hier den Wert der Senkungsreaktion nicht. Aber es gibt zahlreiche andere Krankheiten, bei denen die Verhältnisse weniger durchsichtig sind und bei denen wir dann einen Senkungswert als Summe aus einer größeren Zahl von Faktoren erhalten.

Abschließend erklärt Nägeli: Nach den hier gegebenen Erklärungen über das Zustandekommen der Senkung ist es ohne weiteres ersichtlich, daß in vielen Fällen die gesteigerte Senkung mit dem Globulinwert und dem Verhältnis von Globulin zu Albumin parallel gehen wird, aber nicht in strenger Weise; denn bei der Ermittlung des Globulinwertes im Serum ist das Fibrinogen ja nicht mehr von Einfluß und die Senkungsreaktion ist doch recht wesentlich von anderen Verhältnissen, namentlich von der Zahl der roten Blutkörperchen und den Veränderungen der Erythrozyten abhängig.

Unterzieht man die oben als für die Blutkörperchensenkung wesentlich erachteten Faktoren einer näheren Betrachtung, so muß mancher nach den letzten Forschungsergebnissen, die in der zugänglichen Fachliteratur niedergelegt sind, als nicht mehr ganz stichhaltig bezeichnet werden.

Der 1. Punkt muß auch noch heute als einer der wichtigsten für das Zustandekommen einer Beschleunigung angesehen werden, obwohl bei den Wiederkäuern, trotz der hohen Globulin- und Fibrinogenwerte, eine ausgesprochen langsame Blutsenkung festzustellen ist. Frimberger (18) schreibt über die Bedeutung der Globuline und des Fibrinogens:

Als gesichert kann man heute den überragenden Einfluß der "labileren" Eiweißgruppen, nämlich des Fibrinogens und der Globuline annehmen. Die Wirkung des Albumins ist noch umstritten.

Punkt 2 indessen läßt erhebliche Zweifel entstehen. Nägeli schreibt in diesem Passus u.a.: Daher ist die Senkung im Tierblut je nach der Größe der Zellen außerordentlich verschieden. Nach Wirth (12) beträgt die Größe der Erythrozyten des Rindes im Durchschnitt 5,65 n (Grenzwert 4,4-7,7 n), die des Pferdes 5,6 n (Grenzwert 4-7,5 n) und die des Hundes 6,6-7,7 n.

Vergleicht man nun die Größe der roten Blutkörperchen des Rindes und des Hundes mit denen des Pferdes, so ergibt sich zwischen Pferd und Rind so gut wie kein Unterschied, zwischen Pferd und Hund nur ein ganz geringer, während die Blutsenkungswerte des Pferdes viel höher liegen als die von Rind und Hund. Die Größe der Erythrozyten mag einen ganz geringen Einfluß auf die Blutsenkung ausüben, aber doch nicht in dem Ausmaß, wie es von Nägeli angenommen wurde.

Zur Bedeutung der Zahl der roten Blutkörperchen ist zu sagen, daß künstliche Verminderung der Erythrozyten zu einer ganz erheblichen Beschleunigung der Blutsenkung führt. Auf der anderen Seite weiß man nichts Rechtes mit der Beobachtung anzufangen, (Frimberger (18)) daß bei den meisten Anämien die Senkungszahlen nicht so hoch zu sein pflegen, wie man dies nach den experimentellen Untersuchungsergebnissen erwarten würde. Zur Erklärung wird dann meist ein noch unbekannter Faktor erwähnt, der ausgerechnet bei den Anämien besonders in Erscheinung treten soll. Sicherer wird indessen nie ausgesagt.

Von großer Bedeutung kann ebenfalls der Einfluß des Hämoglobingehalts der Erythrozyten nicht sein. Vergleicht man nämlich den Hämoglobingehalt der Erythrozyten von Rind, Hund und Pferd untereinander, so ist dieser bei allen 3 Tierarten gleich (60-80 n Sh nach Wirth (12)), während ihre Blutkörperchensenkung eine große Differenz aufweist.

Die Punkte 5 und 6 beeinflussen wohl den Senkungsablauf, jedoch nur in sehr geringem Ausmaß. Ausserdem bedeutet Punkt 6 nur eine Umkehr des Punktes 2, denn wenn sich die Größenzunahme im Sinne einer Beschleunigung auswirkt, so muß sich die Kleinheit der Zellen im Sinne einer Verzögerung äußern.

Punkt 7 ist ebenfalls schon in Punkt 1 enthalten, denn die Erhöhung der Viskosität des Blutes entspricht der Erhöhung des Globulin und Fibrinogengehaltes, wenngleich auch die Wirkung des Albumins noch umstritten ist.

Der Einfluß der Azidose bzw. der Alkalose im Sinne einer Beschleunigung bzw. einer Verzögerung kann als nicht unerheblich bezeichnet werden. Worauf letzten Endes diese Beobachtung beruht, nachdem die Einwirkung der elektri-

schen Ladung des Plasmas und der Erythrozyten auf die B.S.R. abgelehnt wird, (Westergreen (4), Frimberger (18) u.a.) ist noch nicht geklärt.

Der Einfluß der Zunahme des Cholesteringehalts im Sinne einer Beschleunigung der B.S.R., wie Nägeli in Punkt 9 behauptet, wird von Theorell, Klima und Bodart (5), Swedin (20) und Frimberger (18) nicht bestätigt. Diese sprechen von einer ausgesprochenen Verzögerung der B.S.R. Theorell (19) stellte die Theorie auf, daß das "freie", nicht mit Eiweiß verbundene Cholesterin einen hemmenden Einfluß auf die Senkung habe. Die Korrelation untersuchte Swedin (20) bei verschiedenen Tierarten. Er extrahierte das Cholesterin mit Äther im Soxhlet-Apparat. Über seine Ergebnisse schreibt Swedin:

Beim Rind war die Senkungsreaktion sehr niedrig, im Durchschnitt 4 mm (24 Std.). Die Menge des in 2 Stunden im Extraktions-Apparat aus dem Plasma extrahierten Cholesterin (= leicht ätherextrahierbares Cholesterin) war groß und machte einen hohen Prozentsatz des totalen Plasmacholesterins aus. Beachtenswert war, daß das Cholesterin aus diesen Plasmen beinahe bis zu 100 % in 24 Stunden mit Äther extrahierbar war.

Tendenz der Blutkörperchensenkung bei verschiedenen Tieren:

Pferd: Hohe Senkungsreaktion, sehr wenig ätherextrahierbares Cholesterin.

Hund: Niedrige Senkungsreaktion, ziemlich viel ätherextrahierbares Cholesterin.

Igel: Senkungsreaktion etwa wie beim Menschen, Cholesterin verhält sich ebenfalls wie beim Menschen.

Kaninchen: B.S.R. niedrig, besonders wenig ätherextrahierbares Cholesterin.

In der Zusammenfassung schreibt der Verfasser:

Bei Rind, Pferd und Igel ist eine gute Übereinstimmung zwischen der Menge leicht ätherextrahierbaren Cholesterins und Blutsenkung gefunden worden, bei Hund und Ziege eine ziemlich gute Übereinstimmung. Das Kaninchen-Plasma verhält sich in Bezug auf Cholesterin völlig abweichend.

Es kann somit die Behauptung von Nägeli in Punkt 9 als widerlegt angesehen werden.

Viele Autoren (Fahraeus, Westergreen, Linzenmeier, Meyer, Beigelböck und

Obersohn) schreiben der Erhöhung der grobdispersen Eiweißfraktion den entscheidenden Einfluß auf eine Erhöhung der B.S.R. zu. Da dabei nur die Verhältnisse in der Humanmedizin berücksichtigt wurden und hier eine Zunahme der grobdispersen Eiweißkörper tatsächlich parallel geht mit einer Senkungsbeschleunigung, so ist diese Ansicht erklärlich.

Poindecker (3) z.B. schreibt darüber: Die Suspensions-Stabilität der Blutkörperchen ist abgesehen von der Erythrozytenzahl abhängig von dem kolloid-chemischen Zustand des Blutplasmas. Eine relative Vermehrung der Serumglobuline, eine Vermehrung des Fibrinogens im Plasma setzt die Suspensions-Stabilität herab und bedingt eine raschere Sedimentierung der roten Blutkörperchen. Die hauptsächliche Ursache für die Erhöhung der Sinkgeschwindigkeit scheint die Vermehrung des Fibrinogens im Blutplasma zu sein.

Nun ist das Fibrinogen nach Herzfeld und Klinger das erste Abbauprodukt bei Zerfall von Zelleiweiß und eine erhöhte Sinkgeschwindigkeit ist charakteristisch für den Abbau von Körpersubstanz, ist der feinste Indikator für eine im Körper stattfindende Destruktion. Eine erhöhte Sedimentierung kann auch ohne Zerfall vorkommen, wenn durch irgendwelche Vorgänge die Kolloidstabilität des Plasmas gestört wird.

Leffkowitz (10) faßt ebenfalls die erhöhte B.S.R. hauptsächlich als Folge von Plasma-Eiweißveränderungen auf. Es war nach den Versuchen von Bendian und Snapper stets die Senkungsgeschwindigkeit der Fibrinogen-Erhöhung parallel. Bei der Senkungsbeschleunigung ist das Fibrinogen stärker erhöht als das Globulin. Bisweilen kommt es vor, daß trotz größter Senkungsbeschleunigung die Fibrinmenge normal ist, oder sogar herabgesetzt (z.B. bei Leberzirrhose), dann ist das Globulin stark vermehrt. - Andererseits gibt es Fälle, in denen sowohl Fibrinogen wie Globulin stark erhöht sind. Diese weisen die höchsten Senkungswerte auf. Ein Beweis für die senkungsbeschleunigende Wirkung des Globulins bildet die Tatsache, daß starke Senkungsbeschleunigung im defibrinierten Blut stets kombiniert ist mit einer ansehnlichen Globulinerhöhung. Wo im Eiweiß-Spektrum nur eine Verminderung des Albumins festgestellt werden konnte, war die Senkung immer normal. Das beweist, daß das Albumin und dementsprechend auch der Albumin-Globulin Quotient für die Senkungsgeschwindigkeit ohne Bedeutung sind.

Westergreen (4) stellt in seinem Nachtrag über die Grundlage und die Theorie der B.S.R. fest: Die neuen Beiträge zur Theorie der B.S.R. lassen eine Abkehr von der Hypothese der elektrischen Ladung erkennen. Vom kolloid-chemischen Standpunkt ist ein direkter Zusammenhang zwischen elektrischer La-

derung der Blutkörperchen und der Senkungsgeschwindigkeit nicht zu erwarten. Bedeutung hat die Labilität der Eiweißkörper, die keine direkte Funktion der elektrischen Ladung ist.

Von großem Interesse sind die Arbeiten aus Eppingers Gedankenkreis der serösen Entzündung, einem Zustand, bei dem es durch Erhöhung der Gefäßpermeabilität zu einer Vermehrung des Eiweißübertritts aus der Blutbahn in die Gewebe kommt ("Albuminurie ins Gewebe"). Bei Blutentnahme aus einer gestauten Vene ist die Senkungsgeschwindigkeit höher als aus einer ungestauten, da das Albumin als feinstdisperses Eiweiß durch die gelockerten Kapillaren hindurchgeht. - Kaunitz' Beobachtung ist zutreffend, daß das die Senkung beschleunigende Globulin und Fibrinogen auf diese Weise relativ vermehrt erscheint. Dieser Erscheinung widerspricht zwar die Feststellung von Bendien und Snapper, aber auch Westergreen, Theorell und Widström (19) stellten eine negative Korrelation von Senkungsgeschwindigkeit und Albumin fest.

Daß der senkungsbeschleunigende Effekt der grobdispersen Eiweißfraktion nur unter bestimmten Voraussetzungen vorhanden ist, beweisen die Untersuchungen Swedins (20) über die Korrelation des Plasma-Eiweißes und der Senkungsreaktion bei verschiedenen Tierarten. Er konnte wider Erwarten keinerlei Zusammenhang zwischen Senkungsreaktion und der Größe der Eiweißfraktionen des Plasmas nachweisen. So erhielt Swedin die höchsten Fibrin- und Globulinwerte an dem sich außerordentlich langsam senkenden Rinderblut. Frimberger (18) stellt in einer sehr tiefeschürfenden Arbeit 3 Hauptfaktoren in den Vordergrund:

- 1.) Den Ballungsfaktor, der vom Suspensionsmittel der roten Blutkörperchen aus wirkt. Man versteht unter dem Ballungsfaktor die dem Plasma, dem Serum oder einem anderen Suspensionsmittel innewohnende Eigenschaft unter bestimmten Voraussetzungen die roten Blutkörperchen zur reversiblen Ballung anzuregen. Er ist im Blut an das Fibrinogen und an die Globuline gebunden, ist aber auch an körperfremde Stoffe wie Gummi arabicum und Gelatine gekoppelt. Seine Wirkung vollzieht sich trotz der Verschiedenheit der ihn tragenden Stoffe nach einheitlichen Gesetzen. Sein Wesen ist aber trotz der Einheitlichkeit seiner Wirkung zusammengesetzter Natur. Der Ballungsfaktor wird bedingt durch Hydratation und durch die an der Blutkörperchen-Oberfläche mit Bildung eines klebrigen Geles verlaufende Dehydratation der ballungsfördernden Stoffe. Kräftige Adsorption dieser Stoffe an die Blutkörperchen ist Voraussetzung ihrer Wirkung. Die Anlagerung von Fibrin und anderen Plasma-Eiweißen an rasch sedimentierende

rote Blutkörperchen war auch tatsächlich von Wöhlisch (15) 1924 und schon früher von anderen Autoren im mikroskopischen Präparat nachgewiesen worden. Die Senkungsgeschwindigkeit zeigt eine merkwürdige Übereinstimmung zur Viskosität des Plasmas. Da der Senkungseffekt die Größe des Ballungsfaktors anzeigt, ergibt sich die innige Beziehung zwischen Viskosität des Plasmas und dessen Ballungsfaktors einerseits und Senkungsgeschwindigkeit andererseits. Dies wurde bewiesen an Hand von Versuchen mit Gummi arabicum und Gelatine, an welche der Ballungsfaktor genau so gekoppelt sein kann wie an das Plasma. Diese Lösungen wurden unter Zitratzusatz, um eine Hämolyse zu vermeiden, an eine rote Blutkörperchen-Aufschwemmung herangebracht, wobei jeweils mit verschiedener Viskosität gearbeitet wurde. Dabei zeigte sich, daß Ansteigen der Viskosität eine Beschleunigung der Senkung verursachte. Diese an körperfremden Solen nachgewiesenen Beziehungen zwischen Viskosität (bzw. Ballungsfaktor) und Senkungsreaktion wurde nun am Serum nachgeprüft. Westergreen, Theorell und Widström (19) stellten dabei eine stark positive Korrelation der Senkungsgeschwindigkeit zum Fibrin, eine weniger starke zum Globulin und eine negative Korrelation zum Albumin fest.

- 2.) Der Ballungsfaktor kann nur seine Wirkung ausüben, wenn die roten Blutkörperchen die Fähigkeit zur Ballung besitzen. Die in Erscheinung tretende Ballungsfähigkeit oder Agglomerabilität ist die Ballungsbereitschaft der roten Blutkörperchen, die den 2. Hauptfaktor darstellt. Diese Agglomerabilität wird im Schrifttum vielfach der Agglutinabilität gleichgesetzt. Das ist ebenso falsch wie die Verwechslung von Agglomeration und Agglutination. Im einen Fall handelt es sich nämlich um die unspezifische, reversible Ballung, im anderen Fall dagegen um die wesentlich andere Erscheinung der mehr oder weniger irreversiblen Ballung. Schwemmt man, um sich den Einfluß der Ballungsbereitschaft der Erythrozyten vor Augen zu führen, in kolloidalen Lösungen (Gummi arabicum) von bekannter Größe des Ballungsfaktors frische, rote Blutkörperchen auf, so beobachtet man auch dann verschiedene Senkungsgeschwindigkeiten, wenn das Hämatokritvolumen der roten Blutkörperchen gleichgestaltet worden ist. Die Unterschiede können besonders dann, wenn das Blut von Kranken stammt, ziemlich groß sein. Wesentlich größere Unterschiede ergeben sich bei vergleichenden Untersuchungen am Tierblut.

In zahlreichen Untersuchungsreihen (13 Tabellen) haben Corral u. Qillalonga (21) die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von

Rind, Hammel, Pferd und kranken Menschen jeweilig nach bestimmten Mischungsverhältnissen in allen Plasmen der fremden Art festgestellt. Daneben wurde die Oberflächenspannung und der Eiweißgehalt in den betreffenden Plasmen gemessen. Dabei ergab sich, daß die Senkungsgeschwindigkeit im wesentlichen von der Eigenart der Blutkörperchen abhängig ist. Nach den beiden Verfassern wären die Einflüsse des Plasmas von sekundärer Bedeutung. Die Blutkörperchen des Pferdes senken in allen Plasmen schneller, die des Rindes und Hammels langsam; die des kranken Menschen weisen in gleicher Weise in den verschiedenen Plasmen denselben Charakter der Senkungsgeschwindigkeit auf. Das Mischungsverhältnis, die Oberflächenspannung und der Eiweißgehalt waren in den Versuchen ohne Einfluß.

Über die Wirkung der Ballungsbereitschaft schreibt Frimberger weiter:

Bei den Erythrozyten bestimmter Tierarten scheint die Bereitschaft zur reversiblen Ballung völlig zu fehlen. Bei den Erythrozyten von Ziege, Hammel und Rind gelingt es bei einer auch noch so hohen Konzentration der ballungsfördernden Sole nicht, irgendwelche deutliche Agglomeration zu erzielen. Die Blutkörperchen senken sich nur einzeln und legen dadurch selbst nach sehr langer Zeit nur wenige Millimeter zurück. Dagegen ballen die Erythrozyten der Katze, des Löwen und Bären sowie des Pferdes sehr gut und ergeben dadurch auch hohe Senkungszahlen. Daß die Anlagerung der den Ballungsfaktor tragenden Stoffe an die roten Blutkörperchen tatsächlich stattfindet, geht aus dem zuerst von Lister (1858-69) und anderen Forschern beobachteten und von Wöhlisch und Bohnen (16) wieder entdeckten Fadenphänomenen hervor. Zieht man nämlich stark verballte Erythrozyten durch Druck auf das Deckglas unter dem Mikroskop auseinander, so kann man beobachten, wie die Zellen sich in die Länge ziehen, bis sie linsenförmig geworden sind und nur noch mit der Spitze aneinander hängen. Bei noch stärkerem Auseinanderziehen weichen die Blutkörperchen auseinander, behalten aber immer noch ihre linsenförmige Gestalt bei. Es muß sich also zwischen ihnen ein Faden spannen, der auch bei geeigneter Beleuchtung sichtbar wird. Auf welchen besonderen Eigenschaften der roten Blutkörperchen die Unterschiede der Ballungsbereitschaft beruhen, läßt sich vorerst schwer sagen. Einen gewissen, in seinem Zusammenhang noch ungeklärten Hinweis erteilt vielleicht die von Abderhalden (22) 1898 gelieferte Übersicht über die Zusammensetzung tierischer Erythrozyten. Es enthalten hiernach die Erythrozyten mit fehlender Ballungsbereitschaft auffallend wenig Magnesia und anorganische

wie organische Phosphorsäure.

- 3.) Zum richtigen Ablauf einer B.S.R. gehört auch eine bestimmte Masse von roten Blutkörperchen. Diese wird prozentual ausgedrückt und als Hämokritvolumen, noch besser als Minimalsediment angegeben. Man versteht darunter den kleinsten Raum, den die roten Blutkörperchen unter der Wirkung des optimal gestalteten Ballungsfaktors und ohne zusätzliche Zentrifugalkraft innerhalb 24 Stunden einnimmt.

Ballungsfaktor, oder die Ballungsbereitschaft sind abhängig von der Salzkonzentration, von richtiger Salzmischung, vom p_h -Wert usw. Diese einzelnen Faktoren werden als wesentliche Bestandteile, aber als untergeordnet den Hauptfaktoren betrachtet.

Besprechung der Ergebnisse

Berücksichtigt man die in dieser Arbeit angeführte humanmedizinische Literatur über den diagnostischen und prognostischen Wert der Blutsenkungsreaktion bei der Tuberkulose des Menschen, so ist im ganzen eine Übereinstimmung in der positiven Beurteilung dieser Reaktion unverkennbar. Obwohl die sonstigen diagnostischen Möglichkeiten und Hilfsmittel in der Humanmedizin ungleich bessere sind als die der Tiermedizin zur Verfügung stehenden, wobei besonders an die Röntgendiagnostik zu denken ist, verzichtet man dort heute keineswegs auf die Vornahme einer Blutsenkung. Eine Beschleunigung der Blutsenkung erlaubt dem Arzt auch bei sonst unbestimmtem klinischem Befund die Feststellung, daß im Körper des Patienten ein krankhafter Prozeß vorliegen muß, sei es nun exsudativen, resorptiven oder destruktiven Charakters, die dann zur genaueren Lokalisierung und Bestimmung der Ursache weitere Hilfsmittel erheischt. Die äußerst sichere Beurteilung der Blutsenkungsreaktion des Menschen resultiert aus dem nahezu schematischen Ablauf einer normalen Blutsenkung und aus den an Hand einer sehr großen Zahl von Gesunden festgestellten Normalwerten, die schon die Feststellung einer ganz geringen Abweichung ermöglichen. Die Ursache dafür liegt in der günstigen Senkungstendenz und in der Eigenschaft des menschlichen Blutes, auf die geringste Verschiebung seiner Serumeiweißbestandteile, oder einer physikalisch-chemischen Veränderung der Erythrozyten durch eine beschleunigte oder verzögerte Sedimentierung zu reagieren.

Betrachtet man dieses Verhalten des menschlichen Blutes, besonders die Veränderung der Blutsenkungsreaktion im Sinne einer Beschleunigung bei einer aktiven tuberkulösen Erkrankung, so erscheint es wohl berechtigt, die gleichen Verhältnisse beim Rind zu studieren, das ja im Ablauf der Tuberkulose dem des Menschen sehr ähnlich ist.

Die Technik der Blutsenkung wurde anfangs genau so durchgeführt, wie es in der Humanmedizin üblich ist (Westergreen'sche Methode); später wurde sie in der Weise modifiziert, daß 1,6 ccm aus der vena jugularis entnommenen Blutes in ein Reagenzglas ausgeblasen wurden, in welchem sich 0,4 ccm 3,8%ige Natriumzitratlösung befanden, welches Gemenge dann durch vorsichtiges Schwenken durchmischt wurde.

Bei der Beurteilung der Senkungsreaktion fällt als erstes bei der Wester-

green'schen Methode die äußerst geringe Senkungstendenz auf, wobei in etwa der Hälfte der Fälle, bei denen pathologisch-anatomisch nichts Krankhaftes gefunden wurde, die Sedimentierung der roten Blutkörperchen sogar nach 2 Stunden gleich null war. Weiterhin ist die zwischen den verschiedenen, nach pathologisch-anatomischem Befund als normal zu bezeichnenden Blutsenkungswerten ins Auge fallende Differenz zu beobachten, die im Vergleich zu der äußerst langsamen Senkung als beträchtlich angesehen werden muß. Daß diese Schwankungen durch alleinige Veränderung des Blutes wie einer Anämie, Polyzytämie, Azidose, Alkalose usw. verursacht sein könnten, ist nicht anzunehmen, da diese Prozesse in der Humanmedizin die Senkung nur geringgradig beeinflussen, so daß diese Einflüsse bei der Senkungsgeschwindigkeit des Rinderblutes kaum zu registrieren wären. Aus den letztgenannten Gründen ist es schwierig, zwischen einer normalen Senkung und einer gering- bis mittelgradigen Beschleunigung die Grenze zu ziehen.

Bei näherer Betrachtung der 1. Untersuchungsreihe mit negativem pathologisch-anatomischem Befund, welche demnach als Normalwerte anzusprechen sind, ergibt sich im Durchschnitt

ein 1 Stundenwert von 0,5 mm

der höchste

1 Stundenwert betrug 1 1/3 mm.

Hält man sich die Fälle von Nr. 20 - Nr. 29, also die 3. Untersuchungsreihe vor Augen, so sieht man, daß die meisten davon in ihrem

1 Stundenwert unter 1 1/3 mm liegen

trotz ihrer bemerkenswerten pathologisch-anatomischen Veränderungen. Außerdem findet man bei Fall Nr. 13 einen

1 Stundenwert von 1 1/3 mm,

obwohl der 2. und 3. Stundenwert eine für das Rind hochgradige Beschleunigung erfahren hat.

Daraus ist zu entnehmen, daß z.B. ein 1 Stundenwert von 1,0 mm noch keinen Schluß darauf zuläßt, ob eine beschleunigte Senkung vorliegt.

Der Charakter der Senkung geht am deutlichsten aus dem 2, 3 und 24 Stundenwert hervor. Der normale 2-Stundenwert betrug im Durchschnitt 1,16 mm, wobei die Werte zwischen 0 mm und 2,0 mm lagen. Für den normalen 3-Stundenwert ergab sich ein Durchschnitt von 1,6 mm mit Grenzwerten von 0,5 mm bis 3,0 mm.

Der 24 Stundenwert stimmt im Durchschnitt mit dem von Zott ermittelten Wert von 12 mm überein. Auch hier sind die Schwankungen von 6 mm als Minimum und 21 mm als Maximum als sehr hoch zu bezeichnen. Außerdem fällt auf, daß der

24-Stundenwert nicht annähernd das Hämatokritvolumen erreicht.

Beobachtet man die Senkungsreaktion beim Rind länger als 24 Stunden, so ist keine weitere Senkung der Blutkörperchensäule zu erwarten, welche dann durch Gerinnungsvorgänge, wobei das obenstehende Serum gut flüssig bleibt, schwer aus den Westergreen-Röhrchen zu entleeren ist.

Die 2. Gruppe (Nr. 9 - 19), in der die größten Beschleunigungen zu verzeichnen waren, paßt im Senkungsverlauf recht gut zum pathologisch-anatomischen Befund. Diesen 11 Blutsenkungsreaktionen stehen aber 13 gegenüber, bei denen Senkungsreaktion und pathologisch-anatomischer Befund in keinem Verhältnis stehen.

In der letzten Untersuchungsreihe wurde die B.S.R. unter Schrägstellung der Röhrchen vorgenommen, um den Senkungsvorgang zu beschleunigen. Die Beschleunigung wurde wohl erreicht, aber schon der normale 1/2 Stundenwert

diff. bereits von	4 - 14 mm
der 1 Stundenwert	von 13 - 26 mm
der 2 Stundenwert	von 45 - 68 mm,

so daß aus diesem Grunde eine Beschleunigung durch pathologische Prozesse sehr schwer zu beurteilen ist.

Der Charakter einer Beschleunigung tritt am deutlichsten aus dem 1 und 2-Stundenwert hervor, dem 1/2-Stundenwert kommt nur geringe, dem 24-Stundenwert überhaupt keine Bedeutung zu.

Auch bei dieser Methode ist der Beschleunigungsgrad in pathologischen Fällen ein geringer, in 2 Fällen mit ausgedehnter Tuberkulose trat sogar eine Verzögerung ein (Nr. 40 und 47), und in 2 Fällen mit kaum nennenswerten tuberkulösen Erkrankungen eine Beschleunigung.

Die Ausmaße der B.S.R. betragen bei pathologischen Fällen in den einzelnen Zeiten wie folgt:

1/2 Stundenwert:	4 - 17 mm
1 Stundenwert:	16 - 41 mm
2 Stundenwert:	41 - 87 mm
24 Stundenwert:	123 - 147 mm

Nach Berücksichtigung aller differenzial-diagnostischen Möglichkeiten kann bei einer beschleunigten Blutsenkung eines Rindes vermutet werden, daß bei dem betreffenden Rind ein ausgebreiteter tuberkulöser Prozeß vorliegt, ein einigermaßen sicheres Urteil läßt sich aber nicht fällen. Ebenso läßt sich

bei einem normalen Senkungsablauf nicht feststellen, daß das untersuchte Tier von einer hochgradigen Tuberkulose frei ist.

Daraus ist zu folgern, daß beim Rind der Blutsenkung bei der Feststellung der Ausdehnung und Aktivität einer tuberkulösen Erkrankung ein die übrigen diagnostischen Maßnahmen unterstützender Wert nicht zukommt. Die Ursache für den unsicheren Ausfall der Blutsenkung des Rindes liegt nach den sehr gründlichen Untersuchungen Frimbergers (18) in der mangelnden Ballungsbereitschaft der Wiederkäuerblutkörperchen, wodurch die Senkungsvorgänge weitgehend gestört sind.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit war die Frage zu prüfen, ob der Blutkörperchensenkung des Rindes bei einer tuberkulösen Erkrankung ein diagnostischer Wert zukommt oder nicht.

Nach Darstellung der Untersuchungsmethoden zur Feststellung einer tuberkulösen Erkrankung des Rindes wurden die Entwicklung, die Bedeutung und die Methodik der Blutkörperchensenkung beim Menschen angeführt. Die einschlägige Literatur der Tiermedizin, insbesondere die Dissertation von Zott (13) konnte nur in ihrem Resultat berücksichtigt werden.

Aus einer Versuchsreihe von 139 Tieren wurden 50 ausgewählt, die zur Klärung dieses Problems am wichtigsten erschienen. Als normale durchschnittliche Blutsenkungswerte, nach der Westergreen'schen Methode wurden nach einer Senkung von

1 Stunde:	0,5 mm
2 Stunden:	1,16 mm
3 Stunden:	12,0 mm ermittelt.

In den Fällen, bei denen eine deutliche Senkungsbeschleunigung zu beobachten war, lagen die

1 Stundenwerte zwischen	2,0 und 5,5 mm
2 Stundenwerte zwischen	3,5 und 14,5 mm
3 Stundenwerte zwischen	7,0 und 18,0 mm
24 Stundenwerte zwischen	19,0 und 84,0 mm.

Im Schlußteil der vorgenommenen Blutsenkungsreihen wurde die B.S.R. unter Schrägstellung der Westergreen'schen Röhrchen im Winkel von 30° durchgeführt, um die Senkung zu beschleunigen und damit die Beurteilung einer Beschleunigung zu erleichtern. Die Normalwerte betrugen dabei

nach 1/2 Stunde	8,3 mm
nach 1 Stunde	17,1 mm
nach 2 Stunden	57,4 mm
nach 24 Stunden	131,0 mm.

Die Senkungsgeschwindigkeit lag in den Fällen, bei denen eine ausgebreitete Tuberkulose vorlag, im Mittelwert

nach 1/2 Stunde bei	11,4 mm
nach 1 Stunde bei	25,5 mm
nach 2 Stunden bei	56,9 mm
nach 24 Stunden bei	134,1 mm.

Wohl wurde durch die Schrägstellung der Röhrchen ein schnellerer Senkungsablauf erreicht; die Senkungsbeschleunigung beim Vorliegen einer Tuberkulose war aber nur in einigen Fällen zu beobachten und dann in den meisten so geringgradig, daß sie kaum höher liegen als die Normalwerte.

Um die Ursachen des sehr langsamen Verlaufes der normalen Blutsenkung des Rindes und des unsicheren Ausfalles bei teilweise hochgradigen, tuberkulösen Veränderungen darlegen zu können, wurde eingehend die Problematik sowohl über das Zustandekommen einer normalen Blutkörperchensenkung als auch einer Beschleunigung in der Humanmedizin besprochen. In der "Besprechung der Ergebnisse" wurde festgestellt, daß bei einem Teil der Tiere mit ausgebreiteter Tuberkulose eine deutliche Senkungsbeschleunigung eintrat, während dies andererseits bei ebenfalls hochgradigen, tuberkulösen Veränderungen nicht beobachtet werden konnte.

Es wurde der Schluß gezogen, daß dem Ausfall der Blutkörperchensenkung des Rindes bei einer tuberkulösen Erkrankung kein sicherer diagnostischer Wert beigemessen werden kann.

L i t e r a t u r

- 1.) Fröhner, E.: Klinische Untersuchungsmethoden der Haustiere, Verlag Ferd. Enke, Stuttgart 1923.
- 2.) Wirth, D.: Lehrbuch der inneren Krankheiten d. Haustiere, Verlag Ferd. Enke, Stuttgart 1943.
- 3.) Poindecker, H.: Die Blutkörperchensinkprobe und ihre Bedeutung f.d. Diagnostik d. Lungentuberkulose, Wiener med. Wschr. 1929 Nr. 310.
- 4.) Westergreen, A.: Die Senkungsreaktion. Allg. klin. Ergebnisse. Prakt. Bedeutung b.d. Tuberkulose, Berlin 1924.
- 5.) Klima, R. u. Bodart, F.: Blutkörperchensenkung, Koagulationsband u. Blutbild als allgem. Krankheitsreaktion f. Klinik u. Praxis. - Verlag Urban u. Schwarzenberg, Berlin-Wien, 1941.
- 6.) Fahraeus, R.: Biochemische Zeitschrift, 89, 355, 1918.
- 7.) Beigelböck, W. u.
Obersohn, G.: Plasmaeiweißkörper u. Erythrozytensenkungsgeschwindigkeit. Wiener Archiv d. inneren Med. 29/107-124.
- 8.) Linzenmeier, G.: Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden 1927, Abs. 4, Teil 4/1409.
- 9.) Reichel, H.: Blutkörperchensenkung, Wien, 1936.
- 10.) Leffkowitz, M.: Blutkörperchensenkung, 4. Auflage, Berlin-Wien 1937.
- 11.) Noltze, O.: Monatsheft f. prakt. Tierheilkunde 1921.
- 12.) Wirth, D.: Grundlage einer Hämatologie d. Haustiere, 2. Auflage 1950.
- 13.) Zott, F.: Vet. med. Dissertation, Wien 1930.
- 14.) Höber, R.u. Mond, R.: Physikalische Chemie d. roten Blutkörperchensedimentg. Klin. Wschr. 1922/2412-24.

- 15.) Wöhlisch, E.: Blutgerinnung u. Blutkörperchensenkung als Problem d. physik. Chemie d. Fibrinogens. Ist d. Stabilität d. Plasmaeiweißkörper eine Funktion d. Lage ihres isoelektr. Punktes? Z. exper. Med. 40, 137, 1924.
- 16.) Bohnen, P. u. Wöhlisch, E.: Mikrosk. Unters. am Schwangerenblut als Beitrag z. Theorie d. Phänomens d. Blutkörperchensenkung. Klin. Wschr. 1924, I Nr. 21, D. 472-474.
- 17.) Naegeli, O.: Blutkrankheit u. Blutdiagnostik 5. Auflage, J. Springer, Berlin, 1931.
- 18.) Frimberger, F.: Das Erythroz. Sedigramm, Stud. über d. Ablauf d. B.S.R. - Zeitschr. Klin. Med. 1936, Bd. 130, 461 u. Band 131, 463.
- 19.) Westergreen, A., Theorell, H. u. Widström, G.: Plasmaeiweiß, Blutlipide, Erythrozyten. Zeitschr. ges. exper. Med. 1931, 75:668.
- 20.) Swedin, B.: Plasmaeiweiß, Cholesterin z. Senkungsreaktion b. verschied. Tierarten. Biochem. Zeitschr. 1933, Bd. 257, S. 411.
- 21.) Corral, J. u. Qillalonga, J.V.: Physikal.-chem. Studien über d. Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, IV A. Med. int. 1 753-781, 1932 (spanisch) referiert i. Kongreßblatt 70, 214.
- 22.) Abderhalden, E.: Münch. Med. Wschr. 1921, 973.
- 23.) Beutler, M.: Die Blutkörperchensenkung b. Rind. Schweizer Archiv d. Tierheilkunde, Bd. 97, Heft 10, S. 465, 1955.

Lebenslauf

Am 6. März 1924 wurde ich als Sohn der Landwirtseheleute Karl und Elisabeth Baumann in Erding, Land Bayern geboren.

Von 1930 bis 1938 besuchte ich die Volksschule in Erding, und von 1938 bis Februar 1943 die Staatliche Mädchen-Aufbauschule Erding, von welcher ich 1943 zum Wehrdienst eingezogen wurde.

Vom Februar 1943 bis September 1945 gehörte ich der deutschen Wehrmacht an und wurde im September 1945 aus englischer Kriegsgefangenschaft entlassen.

Von März 1946 bis Juni 1950 studierte ich an der tierärztl. Fakultät der Universität München und erhielt im März 1951 meine Bestallung als Tierarzt.

Meine tierärztliche Praktikanten- bzw. Assistentenzeit erfüllte ich

vom August 1950 bis Januar 1951 bei Herrn Tierarzt H. Post, Schönauf,

vom März 1951 bis Sept. 1951 bei Herrn Dr. Spiessl, Dingolfing, und vom Sept. 1951 bis April 1952 bei Herrn Oberveterinärarzt Dr. Hans Montabaur in Grafing.

Seit April 1952 übe ich in Erding meine tierärztliche Praxis aus.

